



27 53

302 450

302450

MEMORIA DESCRIPTIVA

que se acompaña a la solicitud de una

PATENTE DE INVENCION

por VEINTE años en España, por "DISPOSITIVO DE CONTROL DE CORRIENTE EN ESTADO SOLIDO PARA UN CIRCUITO DE CARGA ELECTRICA".

A favor de:

ENERGY CONVERSION DEVICES, INCORPORATED

14121 West McNichols Place, DETROIT 35, Michigan, -  
EE.UU.

PRIORIDAD: de la solicitud de patente estadounidense  
No. 310.407 del 20 de Septiembre de 1.963

INVENTOR: Stanford R. Ovshinsky de nacionalidad estadounidense.

302450

27



Esta invención se relaciona con dispositivos de control de corriente en estado sólido para circuitos eléctricos.

5 El objeto principal de esta invención es la provisión de un dispositivo de control de corriente en estado sólido para un circuito de carga eléctrica, que funciona como un dispositivo "conmutador" para "cerrar" y "abrir" de modo sustancialmente instantáneo el circuito de carga eléctrica, que es particularmente adaptable para "cerrar" y "abrir" circuitos de carga eléctrica de corriente alterna, aunque también es fácilmente adaptable para "cerrar" y "abrir" circuitos de carga eléctrica de corriente continua, y que es capaz de "cerrar" y "abrir" circuitos de carga eléctrica de elevada energía -  
10 incluyendo niveles de carga de hasta 250 vatios y más, niveles de voltaje de hasta 220 voltios y más y niveles de amperios de hasta 10 amperios y más, mediante la imposición de campos eléctricos en aquellos a través de señales de control de energía comparativamente baja.

15 El dispositivo de control o conmutación de corriente en estado sólido de esta invención incluye un material semiconductor en estado sólido junto con medios, tales como electrodos metálicos, para conectarlo en serie en el circuito de carga eléctrica. El material semiconductor en estado sólido, en un estado, es de elevada resistencia y sustancialmente un aislador para bloquear el flujo de corriente a través de él en una u otra dirección o en ambas, y en otro estado es de baja resistencia y sustancialmente un conductor del flujo de corriente a través de aquel, en una u otra dirección o en ambas,  
20 y en este sentido amplio se ha empleado la expresión "material semiconductor en estado sólido". En su estado de bloqueo, el material semiconductor en estado sólido puede tener valores de resistencia de millones de ohmios mientras que en su estado conductor la misma configuración puede tener valores de resistencia inferiores a un ohmio,  
25 en virtud de lo cual proporciona un bloqueamiento de corriente sus-

30

302450

27 JUN 1954



tancialmente como en un aislador dieléctrico elevado, proporcionando además una conducción de corriente sustancialmente como en un metal conductor de elevada corriente.

5 Las características del material semiconductor en estado -  
sólido de esta invención son tales que puede cambiarse de manera sus-  
tancialmente instantánea desde su estado de bloqueamiento a su esta-  
do conductor y desde su estado conductor a su estado bloqueador, tras  
la imposición de campos eléctricos seleccionados sobre el mismo. El  
material semiconductor en estado sólido de esta invención, en su es-  
10 tado de bloqueamiento, bloquea el flujo de corriente en u otra direc-  
ción o en ambas de manera sustancialmente igual y, asimismo, en su -  
estado conductor, conduce el flujo de corriente en u otra dirección  
o en ambas de modo sustancialmente igual, y en consecuencia está ad-  
mirablemente adecuado para "conmutar" circuitos de carga eléctrica -  
15 de corriente alterna. También es adecuado para "conmutar" circuitos  
de carga eléctrica de corriente continua.

Cuando el material semiconductor en estado sólido de esta -  
invención se encuentra en su estado de bloqueamiento y se somete a un  
tipo de campo eléctrico de un valor por lo menos umbral, como por -  
20 ejemplo una fuerza o voltaje electromotriz aplicado por encima de un  
valor umbral, es cambiado de modo sustancialmente instantáneo desde  
su estado de bloqueamiento a su estado conductor. El voltaje aplica-  
do puede ser de corriente alterna o de corriente continua, en una u  
otra dirección. El material semiconductor en estado sólido en ciertos  
25 casos posee memoria y permanecerá en su estado conductor aún cuando  
el voltaje aplicado sea disminuído por debajo del valor umbral. La expre-  
sión "voltaje aplicado" tal como aquí se emplea, es el voltaje aplica-  
do al circuito de carga que contiene los dispositivos semiconductores  
en estado sólido de esta invención.

30 Cuando algunos de los dispositivos semiconductores en estado

302457

27 JUL



sólido de esta invención se colocan en su estado conductor mediante -  
la aplicación de un voltaje de corriente continua, la memoria es com-  
pleta y de larga duración y estos dispositivos permanecerán en su es-  
tado conductor aún cuando el voltaje aplicado sea grandemente reduci-  
do por debajo del valor umbral o suprimido por entero o invertido. Es  
5       tos dispositivos pueden ser cambiados de manera sustancialmente ins-  
tantánea desde su estado conductor a su estado de bloqueamiento me-  
diante la imposición de un tipo diferente de campo eléctrico sobre -  
los mismos, teniendo memoria de su estado de bloqueamiento y permane-  
ciendo en tal estado aunque este tipo diferente de campo eléctrico se  
10       aplique solo momentaneamente. Algunos de estos dispositivos pueden -  
cambiarse desde su estado conductor a su estado de bloqueamiento me-  
diante aplicación de un voltaje o corriente a los mismos, y otros me-  
diante aplicación de un impulso de corriente a los mismos o mediante  
15       aplicación de una corriente alterna producida por un voltaje de co-  
rriente alterna superior al valor umbral, reduciéndose ulteriormente  
el voltaje de corriente alterna. Pueden cambiarse de nuevo de modo -  
sustancialmente instantáneo desde su estado de bloqueamiento a su es-  
tado conductor mediante la imposición del tipo mencionado de campo -  
20       eléctrico (el voltaje de corriente continua aplicado) superior al va-  
lor umbral. Así, estos dispositivos, que poseen estos estados de memo-  
ria de conducción y bloqueamiento alternos controlables, son admira-  
blemente adecuados para dispositivos de memoria destinados a su empleo  
como dispositivos de lectura de entrada y lectura de salida en compu-  
25       tadoras y similares, siendo así especialmente por cuanto pueden conmu-  
tar directamente circuitos de carga eléctrica de alta energía y elimi-  
nar la necesidad de circuitos eléctricos de baja energía y amplificad-  
ores correspondientes, como actualmente se requieren. Algunos de los -  
dispositivos semiconductores en estado sólido de esta invención pueden  
30       ponerse también en su permanente estado de conducción mediante la apli



5 cación de un voltaje de corriente alterna superior a un valor umbral, haciéndose referencia más adelante a estos dispositivos de memoria de conducción y bloqueamiento alternos, por simplificación, como dispositivos Hi-Lo y corta-circuito, que difieren entre sí en los tipos de los campos eléctricos impuestos sobre ellos para cambiarlos de modo sustancialmente instantáneo desde sus estados conductores a sus estados de bloqueamiento.

10 El dispositivo Hi-Lo puede cambiarse desde su estado de bloqueamiento a su estado conductor mediante la aplicación de un voltaje de corriente alterna de un valor umbral por lo menos, permaneciendo en su estado conductor a voltajes inferiores al valor umbral. Cuando el dispositivo Hi-Lo se encuentra en su estado conductor y el voltaje de corriente alterna aplicado es inferior al valor umbral, la imposición de un campo eléctrico sobre el dispositivo, tal como un pequeño voltaje o corriente continua o alterna, cambia instantáneamente el dispositivo desde su estado conductor a su estado de bloqueamiento, en el que permanece hasta que es cambiado de nuevo de manera sustancialmente instantánea a su estado conductor incrementándose el aplicado voltaje de corriente alterna por lo menos a su valor umbral. El pequeño voltaje o corriente continua o directa aplicada solo necesita de una momentánea aplicación.

20 De igual modo, el dispositivo corta-circuito puede cambiarse de su estado de bloqueamiento a su estado conductor mediante la aplicación de un voltaje de corriente alterna de un valor umbral por lo menos y recuerda y permanece en su estado conductor a voltajes inferiores al valor umbral. Normalmente se emplea en su estado conductor a voltajes de corriente alterna inferiores al valor umbral, y tras la imposición de un campo eléctrico, tal como un incremento de flujo de corriente a través de él, en razón a la disminución de la resistencia efectiva a la carga por debajo de un valor crítico, ya sea rápida o

302450



5 lentamente, el dispositivo cambia instantáneamente de su estado con-  
ductor a su estado bloqueador, en el que permanece hasta que es de -  
nuevo cambiado de modo sustancialmente instantáneo a su estado conduc-  
tor mediante incremento del aplicado voltaje de corriente alterna a -  
su valor umbral por lo menos. El incremento de flujo de corriente so-  
lo necesita ser momentáneo para cambiar el dispositivo de su estado -  
conductor al estado bloqueador. Este dispositivo corta-circuito puede  
utilizarse también como dispositivo Hi-Lo si se desea.

10 Otra forma del dispositivo semiconductor en estado sólido de  
esta invención, al que más adelante se hará referencia por simplifica-  
ción como dispositivo de mecanismo con memoria, no es ordinariamente -  
capaz de ponerse en un estado conductor permanente mediante la aplica-  
ción de un voltaje de corriente alterna superior a un valor umbral, si  
15 no que por el contrario es cambiado de su estado bloqueador a su esta-  
do conductor permanente mediante la aplicación de un voltaje de co- -  
rriente continua superior a un valor umbral, recordando y permanecien-  
do en su estado conductor aún cuando el voltaje de corriente continua  
aplicado sea reducido por debajo del valor umbral o se suprima por en-  
tero o se invierta, como anteriormente se explica. Sin embargo, si el  
20 aplicado voltaje de corriente continua es elevado y se suprime brusca-  
mente o se reduce el voltaje de corriente continua elevado, el disposi-  
tivo de mecanismo se conmutará a su estado de bloqueamiento. Además, -  
el dispositivo de mecanismo, que se ha puesto en su estado de conduc-  
ción permanente mediante la aplicación de un voltaje de corriente con-  
25 tinua puede cambiarse de su estado de conducción permanente a su esta-  
do de bloqueamiento mediante la imposición de un campo eléctrico, tal  
como un impulso de corriente o una corriente alterna proporcionada -  
por un voltaje de dicha corriente superior a un valor umbral más ele-  
vado, determinado por la resistencia a la carga, y reduciéndose segui-  
30 damente el voltaje de corriente alterna. Si el voltaje de corriente al

302450

27 JUL 1954



5           terna aplicado es superior al valor umbral más elevado, el dispositi-  
vo de mecanismo asume un estado conductor modificado en el que se in-  
terrumpe momentáneamente la conducción de corriente cerca de los pun-  
tos cero del voltaje de corriente alterna aplicado, y cuando el volta-  
je de corriente alterna aplicado se disminuye por debajo de un valor  
10           umbral inferior, el dispositivo de mecanismo cambia inmediatamente a  
su estado de bloqueamiento, recordando y permaneciendo en dicho esta-  
do aún cuando se suprime el voltaje de corriente alterna. El dispositi-  
vo de mecanismo puede cambiarse de nuevo a su estado conductor per-  
manente mediante aplicación de un voltaje de corriente continua de un  
valor umbral por lo menos. El dispositivo de mecanismo con memoria pue-  
de cambiarse también a su estado conductor permanente conectándolo en  
un circuito que tenga una elevada resistencia a la carga en serie y -  
aplicando un voltaje de corriente alterna mayor que un valor umbral -  
15           inferior. Cuando el voltaje de corriente alterna aplicado se reduce o  
elimina, el dispositivo permanecerá en su estado conductor. Puede cam-  
biarse a su estado de bloqueamiento aplicando una corriente alterna -  
desde un voltaje de dicha corriente por encima de un valor umbral su-  
perior, determinado por la resistencia a la carga, y disminuyendo -  
20           luego el voltaje de corriente alterna por debajo del valor umbral in-  
ferior.

          El dispositivo de mecanismo sin memoria está normalmente -  
en un estado de bloqueamiento y tiende siempre a pasar a dicho estado  
pero, como en los otros dispositivos, es cambiado de manera sustan- -  
25           cialmente instantánea de su estado de bloqueamiento a su estado con-  
ductor mediante la aplicación de un voltaje de corriente alterna o de  
corriente continua de un valor umbral superior por lo menos. Sin em-  
bargo, solo recuerda y permanece en su estado conductor hasta que el  
voltaje aplicado es disminuído a un valor umbral inferior, tras lo -  
30           cual cambia de manera sustancialmente instantánea de su estado conduc

27 JUL 1964



3026

tor a su estado de bloqueamiento. Así, este dispositivo de mecanismo se encuentra en su estado de bloqueamiento por debajo del valor umbral inferior del voltaje aplicado, se encuentra en su estado conductor por encima de su valor umbral superior, recuerda su estado de bloqueamiento al incrementarse el voltaje entre sus valores umbrales inferior y superior, y recuerda su estado conductor al disminuirse el voltaje entre sus valores umbrales superior e inferior. El estado conductor del dispositivo de mecanismo con o sin memoria, cuando se produce mediante la aplicación de un voltaje de corriente alterna mayor que un valor umbral superior, es un estado conductor algo modificado en el que la conducción de corriente se interrumpe momentáneamente cerca de los puntos cero del voltaje de corriente alterna aplicado dependiendo la longitud de cada interrupción momentánea citada del valor del aplicado voltaje de corriente alterna. Así, cuando el dispositivo de mecanismo conduce entre sus valores umbrales de voltaje de corriente alterna superior e inferior, el flujo de corriente medio puede modularse mediante la modulación del aplicado voltaje de corriente alterna entre los citados valores umbrales. Asimismo, al disminuirse la frecuencia del voltaje de corriente alterna aplicado, el dispositivo de mecanismo tiende a permanecer en su estado conductor y el valor umbral inferior del voltaje de corriente alterna aplicado, en el que el dispositivo de mecanismo cambia de su estado conductor a su estado de bloqueamiento, es correspondientemente disminuído.

Si, cuando el voltaje de corriente alterna aplicado al dispositivo de mecanismo conductor con memoria está comprendido entre los valores umbrales superior e inferior, se aplica también un voltaje de polarización de corriente continua, el valor de resistencia o estado del dispositivo de mecanismo en su estado conductor se incrementa de acuerdo con la intensidad de la polarización de corriente continua. Cuando se suprimen el voltaje de corriente alterna y la polarización



302450

de corriente continua, el dispositivo de mecanismo conserva memoria de ese valor de resistencia y permanece en tal estado de resistencia. Se ha observado también que cuando el dispositivo de mecanismo se encuentra en su modificado estado conductor en razón a la aplicación de un voltaje de corriente alterna al mismo, y cuando la resistencia a la carga en serie en el circuito de carga se incrementa sustancialmente para disminuir sensiblemente el flujo de corriente a través del dispositivo, éste tiende a convertirse en completo conductor y a permanecer de modo sustancialmente indefinido en su estado conductor como si hubiese sido hecho conductor mediante la aplicación de un voltaje de corriente continua al mismo. Se ha observado también que un dispositivo de mecanismo en su estado de conducción modificado en razón a la aplicación de un voltaje de corriente alterna al mismo, continuará conduciendo corriente alterna hasta que la instantánea corriente alterna en su ciclo alternante se aproxime a su punto cero cuando el voltaje de corriente alterna aplicado es disminuído por debajo de su valor umbral inferior.

Así, todos los dispositivos de control eléctrico semiconductores en estado sólido de esta invención pueden cambiarse de modo sustancialmente instantáneo de sus estados de bloqueamiento a sus estados conductores mediante imposición de un campo eléctrico sobre los mismos, pudiéndose cambiar además de modo sustancialmente instantáneo de sus estados conductores a sus estados bloqueadores imponiendo un campo eléctrico diferente a los mismos. Como se indica anteriormente, el campo eléctrico impuesto para cambiar de modo sustancialmente instantáneo todos los dispositivos de sus estados de bloqueamiento a sus estados conductores puede ser un voltaje aplicado de un valor umbral por lo menos. El campo eléctrico impuesto para cambiar de modo sustancialmente instantáneo el dispositivo Hi-Lo de su estado conductor a su estado bloqueador, puede ser la imposición de un pequeño voltaje -

302450

27



o corriente alterna o continua. El campo eléctrico impuesto para cambiar de modo sustancialmente instantáneo el dispositivo corta-circuito de su estado conductor a su estado bloqueador puede ser un incremento en el flujo de corriente causado por una disminución en la resistencia a la carga por debajo de un valor crítico. El campo eléctrico impuesto para cambiar de modo sustancialmente instantáneo el dispositivo de mecanismo de su estado conductor a su estado bloqueador puede ser, en un caso, la aplicación de un impulso de corriente o una corriente alterna y, en el otro caso, la disminución del voltaje de corriente alterna aplicado a un valor umbral inferior.

Se ha descubierto también que incrementando el voltaje aplicado por encima del valor umbral se disminuye todavía más la resistencia conductora de los dispositivos semiconductores en estado sólido de esta invención, y que incrementándose el voltaje o corriente alterna o continua aplicada en el dispositivo Hi-Lo e incrementando el flujo de corriente en el dispositivo corta-circuito, por encima de los requeridos para cambiar tales dispositivos de sus estados conductores a sus estados bloqueadores, se incrementan más todavía las resistencias bloqueadoras de dichos dispositivos. De esta manera, los valores de resistencia conductora y bloqueadora de los dispositivos pueden regularse y predeterminarse dentro de ciertos límites.

Los dispositivos de control semiconductores en estado sólido de esta invención tienen un coeficiente de temperatura-resistencia, incrementándose los valores de resistencia bloqueadora y los valores umbrales del voltaje aplicado para conmutar los dispositivos de sus estados bloqueadores a sus estados conductores, al disminuirse la temperatura de los dispositivos. Por ejemplo, un dispositivo de esta invención que tenga una resistencia bloqueadora de 300.000 ohmios sustancialmente a temperatura ambiente, tiene una resistencia bloqueadora de 500 millones de ohmios sustancialmente a la temperatura del nitró-

372450

27



5 geno líquido. Así, los valores de resistencia bloqueadora y los valores umbrales del voltaje aplicado pueden utilizarse como indicaciones de la temperatura de los dispositivos (cuando más elevada sea la temperatura de los dispositivos, más bajos serán los valores umbrales), y estos valores pueden predeterminarse o seleccionarse también regulando la temperatura de los dispositivos, siendo capaces estos últimos de ser conmutados mediante la aplicación de calor externo a los mismos. Sin embargo, los cambios ordinarios en las condiciones de temperatura habituales normalmente encontradas en las aplicaciones ordinarias de conmutación y ambientes, no tienen sustancialmente ningún efecto sobre las operaciones antes descritas de los dispositivos semiconductores en estado sólido de esta invención, que están particularmente adaptados para su empleo a tales condiciones de temperatura habituales.

15                   Estos campos eléctricos impuestos para controlar así los citados dispositivos de control eléctricos semiconductores en estado sólido, para "conmutar" de modo sustancialmente instantáneo circuitos de carga eléctrica de alta energía, incluyendo circuitos de carga eléctrica de corriente alterna, entre condiciones de "conexión" y "desconexión", pueden controlarse rápida y fácilmente. La imposición de estos campos eléctricos y la manera de controlarlos constituyen también importantes descubrimientos, aspectos y objetos de esta invención.

20                   Como la "conmutación" de circuitos de carga eléctrica de corriente alterna de alta energía es de gran importancia y no se ha conseguido hasta ahora satisfactoriamente mediante dispositivos semiconductores en estado sólido de capa simple, la siguiente descripción se dirigirá principalmente a tales operaciones en corriente alterna, aunque se comprenderá que también pueden aplicarse operaciones generalmente correspondientes a circuitos de carga eléctrica de corriente continua de alta energía y circuitos de carga eléctrica de corriente alterna y continua -

25

30

302450



de baja energía.

Hasta ahora, los dispositivos de control eléctricos semiconductores en estado sólido han sido generalmente del tipo destinado a controlar circuitos eléctricos de corriente continua o para proporcionar 5 rectificación de corriente alterna, siendo todos ellos esencialmente componentes de circuitos eléctricos de corriente continua y rectificadores. Los esfuerzos en el arte de los semiconductores se han dirigido en su mayor parte y de modo principal a proporcionar materia 10 les semiconductores sustancialmente puros (en algunos casos con pequeñas cantidades medidas de impurezas endopadoras) para tales componentes de circuitos eléctricos de corriente continua y rectificadores. También se han dedicado grandes esfuerzos a la eliminación o reducción al mínimo de cambios en la estructura de los materiales semiconductores y defectos o centros o trampas de recombinación, particularmente 15 respecto a tales defectos o centros o trampas de recombinación en las superficies o interfases de los dispositivos semiconductores, pues han exhibido graves y perjudiciales efectos sobre tales dispositivos semiconductores.

Sin embargo, de acuerdo con la presente invención, se ha 20 descubierto que los dispositivos semiconductores en estado sólido que cambian de estructura, que son inmensamente impuros y que particularmente en el estado de elevada resistencia o bloqueamiento tienen grandes números de defectos o centros o trampas de recombinación respecto a los portadores de corrientes, en su conjunto y particularmente en 25 las superficies o interfases de los mismos, presentan las características eléctricas antes descritas y son capaces de "conmutar" circuitos de carga eléctrica de alta energía, incluyendo circuitos de carga eléctrica de corriente alterna, entre condiciones de "conexión" y "desconexión" de las maneras anteriormente descritas. Se supone que 30 tales cambios de estructura e impurezas o defectos o centros o tram-

302450



pas de recombinación y los portadores de corriente en los materiales semiconductores en estado sólido de esta invención son afectados por los campos eléctricos citados impuestos sobre ellos para proporcionar las características eléctricas y maneras de funcionamiento anteriormente descritas, que no eran proporcionadas por los dispositivos semiconductores en estado sólido hasta ahora conocidos y empleados para componentes de circuitos eléctricos de corriente continua y rectificadores. Tal descubrimiento y concepto constituyen además importantes aspectos y objetos de esta invención.

Utilizando materiales semiconductores en estado sólido seleccionados que cambian de estructura y tratando adecuadamente dichos materiales para proporcionar deseadas cantidades de impureza o defectos o centros o trampas de recombinación (en adelante colectivamente citados como centros restrictivos de portadores de corriente) y portadores de corriente (con frecuencia aludidos como electrones y/o orificios), pueden regularse y predeterminarse las deseadas características eléctricas, como por ejemplo el tipo de dispositivo, tal como Hi-Lo, corta-circuito o mecanismo, los valores de resistencia eléctrica de los dispositivos semiconductores en estado sólido en sus estados bloqueadores y en sus estados conductores, las capacidades de bloqueo y conducción de corriente de los dispositivos, el valor umbral del campo eléctrico en que los dispositivos cambian de modo sustancialmente instantáneo de su estado de bloqueamiento a su estado conductor, el valor del campo eléctrico impuesto requerido para cambiar de modo sustancialmente instantáneo el dispositivo Hi-Lo de su estado conductor a su estado bloqueador, el valor del campo eléctrico impuesto requerido para cambiar de modo sustancialmente instantáneo el dispositivo corta-circuito de su estado conductor a su estado bloqueador y el valor del campo eléctrico en que el dispositivo de mecanismo es cambiado de modo sustancialmente instantáneo de su estado conductor a



307

su estado bloqueador.

Por ejemplo, los materiales semiconductores en estado sólido pueden ser telururos, selenuros o sulfuros de prácticamente cualquier metal, metaloide o compuesto intermetálico, o semiconductor, o soluciones sólidas o mezclas de ellos, obteniéndose unos resultados particularmente buenos cuando el telurio o selenio son los materiales semiconductores. Las superficies de los telururos, selenuros y sulfuros pueden tener óxidos. Estos materiales semiconductores en estado sólido son adecuadamente seleccionados y tratados para proporcionar deseados centros restrictivos respecto a los portadores de corriente, y se expondrán más adelante ejemplos específicos. Los materiales semiconductores en estado sólido de esta invención pueden ser del tipo p ó del tipo n o combinaciones de ambos. Se han obtenido resultados particularmente buenos cuando los materiales son predominantemente del tipo p en el que la mayoría de los portadores de corriente son orificios y la minoría de dichos portadores son electrones.

Estos materiales semiconductores en estado sólido pueden proporcionarse con grandes números de centros restrictivos de portadores de corriente, tanto en su conjunto como en las superficies e interfaces, de muchas y variadas maneras, como por ejemplo utilizando materiales impuros, añadiendo impurezas, depositando sobre sustratos, incluyendo óxidos en el conjunto y/o en las superficies o interfaces; mecánicamente mediante trabajado a máquina, con chorro de arena, por impacto, incurvando, atacando químicamente o sometiendo a ondas ultrasónicas; formando metalúrgicamente deformaciones en la estructura física mediante tratamiento térmico y rápido temple o mediante radiación de alta energía con rayos alfa, beta o gamma; químicamente por medio de oxígeno, ácido nítrico o fluorhídrico, inclusiones de cloro, azufre, carbono, oro, níquel, hierro o manganeso o inclusiones de composiciones iónicas que incluyan composiciones metálicas alcalinas o alcalino-



térreas; eléctricamente por pulsación eléctrica; o combinaciones de ellos. La adecuada selección de los materiales y los citados tratamientos de estos últimos proporcionan materiales semiconductores, superficies y películas que tienen grandes números de centros restrictivos de portadores de corriente y que son estructuras sólidas altamente desordenadas o generalmente amorfas a las temperaturas habituales y ordinarias de uso, y que tienen elevadas características de resistencia.

Los materiales semiconductores en estado sólido de esta invención pueden realizar sus funciones de control de corriente en el conjunto o en las superficies o interfases o en las combinaciones de ellos, proporcionándose normalmente la más pronunciada actividad controladora en las superficies o interfases. Las superficies incluyen preferiblemente una película que puede contener óxidos y cuyo grosor de la película puede ser del orden de hasta algunas decenas de milésimas de pulgada e incluso hasta de un grosor de algunas centésimas de pulgada o más. Se emplean electrodos para conectar los materiales semiconductores en estado sólido en serie en el circuito de carga eléctrica, y la trayectoria de flujo de corriente puede efectuarse a través del material, incluyendo sus interfases o superficies o películas o a lo largo de las superficies o películas de aquellos. La naturaleza y grosores de los materiales semiconductores y sus interfases, superficies y películas, el espaciamiento de los electrodos y la manera en que se aplican estos últimos, tienen efecto sobre los resultados finales, pero los dispositivos semiconductores en estado sólido de esta invención pueden construirse según especificaciones para adaptarse casi a cualquier requisito.

Se han avanzado varias teorías diferentes del funcionamiento de los dispositivos semiconductores en estado sólido hasta ahora conocidos, pero ninguna de ellas parece ser aplicable al funcionamiento



to de los dispositivos semiconductores en estado sólido de esta inven  
ción. La teoría o teorías particulares de funcionamiento de los dispo  
sitivos semiconductores en estado sólido de esta invención no son -  
ciertas, pero pueden formularse teorías o suposiciones en un intento  
5 de comprensión adicional del tema de esta invención.

Como ejemplo de posible teoría, de acuerdo con la invención  
existe en el material semiconductor y en sus superficies y en las in-  
terfases entre el material semiconductor y los electrodos metálicos -  
asociados al mismo unos centros o estados o condiciones restrictivos  
10 de los portadores de corriente, que pueden operar bajo el control de  
campos eléctricos impuestos sobre ellos para restringir y liberar los  
portadores de corriente. Son estos estados o condiciones los que han  
supuesto una cortapisa a los diseñadores de componentes semiconducto-  
res en estado sólido, pero que se utilizan efectivamente de acuerdo -  
15 con esta invención.

En los dispositivos semiconductores en estado sólido de es-  
ta invención, es posible que los portadores de corriente sean contro-  
lados de tal manera por un campo eléctrico que permanezcan en una con  
dición o estado de conducción libre, casi metálica, de modo sustan- -  
20 cialmente indefinido, y que los portadores de corriente libres en el  
estado conductor sean controlados de tal manera en respuesta a otros  
campos eléctricos que se reduzca su disponibilidad y proporcionen un  
estado semiconductor o dieléctrico o bloqueador que permanece sustan-  
cialmente por tiempo indefinido. Es también posible que haya un cam-  
25 bio en la fase o estado del material semiconductor en su conjunto o -  
inmediatamente adyacente a los electrodos, que es excepcionalmente rá  
pido y extremadamente reversible, tal como un cambio de fase o estado  
entre una condición cristalina en la que aquel es un conductor, y una  
condición amorfa en la que es un aislador, y/o un cambio de fase o es  
30 tado entre una condición líquida, en la que aquel es un conductor, y



30245

una condición sólida, en la que es un aislador, y/o un cambio de estructura cristalina y tamaño y relaciones entre los cristales respecto a tales cambios de fase o estado, operación semiconductor con portadores de corriente y centros restrictivos de portadores de corriente, probablemente presentes en algunas o la totalidad de tales fases o estados.

Respecto a la posible teoría de operación que se relaciona con los cambios de fase o estado de los materiales semiconductores, el cambio de los dispositivos semiconductores en estado sólido de esta invención entre su estado de elevada resistencia o bloqueo y su estado de baja resistencia o conducción implica el cambio del mecanismo de conducción mediante un cambio controlado en la estructura de los materiales. En su estado de elevada resistencia o bloqueo, los materiales semiconductores de esta invención se encuentran en un estado sólido altamente desordenado, que es generalmente amorfo (no cristalino), pero que contienen cristales relativamente pequeños que se mantienen probablemente en posición orientada al azar en aquellos. En este estado sólido altamente desordenado, que existe a las ordinarias y habituales temperaturas de uso, se supone que hay grandes números de centros o estados o condiciones restrictivos que restringen a los portadores de corriente para proporcionar el estado de elevada resistencia o bloqueo antes mencionado.

Sin embargo, cuando los materiales semiconductores se calientan a una temperatura crítica, tiene lugar una rápida cristalización y los mencionados materiales asumen un estado sólido cristalino organizado provisto de cristales relativamente grandes que se mantienen probablemente en posición alineada en aquellos. En este estado sólido cristalino organizado, se supone que los centros o estados o condiciones restrictivos de los portadores de corriente en dichos materiales son de número grandemente reducido para liberar a los portadores de corriente en



forma de avalancha y establecer así el estado de baja resistencia o conductor antes mencionado. Cuando dichos materiales se calientan a una superior temperatura crítica, se funden rápidamente y en tal estado fundido se supone que los centros o estados o condiciones restrictivos de los portadores de corriente son todavía grandemente reducidos en número, sino lo son más, para liberar y mantener libre a los portadores de corriente y proporcionar también el estado de baja resistencia o conductor antes mencionado. Cuando dichos materiales se enfrían por debajo del referido valor de temperatura crítica superior para cambiar tales materiales de su estado fundido a su estado sólido, tiene lugar una rápida cristalización por encima del mencionado valor inferior de temperatura crítica, proporcionando también el referido estado sólido cristalino organizado.

Se supone que en los materiales semiconductores de esta invención existen siempre fuerzas disruptoras cristalinas que tienden siempre a hacer que los materiales semiconductores asuman su estado sólido altamente desordenado o generalmente amorfo y que, tras el calentamiento de los materiales semiconductores por encima de un valor crítico de temperatura, entran en juego fuerzas de cristalización que hacen que los materiales semiconductores asuman su estado sólido cristalino organizado. Tanto si los materiales semiconductores permanecen o no en su estado sólido cristalino organizado o revierten a su estado sólido altamente desordenado o generalmente amorfo, tras el enfriamiento de dichos materiales por debajo del valor de la temperatura de cristalización, ello depende, y así se supone, de las relativas intensidades de las fuerzas disruptoras cristalinas y de las fuerzas de cristalización. Sin embargo, aún cuando las fuerzas de cristalización sean relativamente intensas para hacer que los materiales semiconductores permanezcan en su estado sólido cristalino organizado, estas fuerzas de cristalización pueden controlarse y disminuirse lo suficiente para permitir que las

302450-27 JUL



fuerzas disruptoras cristalinas siempre presentes devuelvan los materiales semiconductores a su estado áltamente desordenado o generalmente amorfo.

5 Cuando algunos de los materiales semiconductores, tales como los usados en los dispositivos Hi-Lo, corta-circuito y de mecanismo provistos de memoria, están en su organizado estado sólido cristalino a elevada temperatura y se enfrían por debajo de la mencionada - temperatura crítica de cristalización, permanecen en su estado sólido cristalino organizado, es decir en su estado de baja resistencia o -  
10 conductor, y tienen una memoria sustancialmente permanente de este estado. Se supone que estos materiales semiconductores tienen unas fuerzas de cristalización relativamente intensas y unas fuerzas disruptoras cristalinas relativamente débiles. Inversamente, cuando otros de los materiales semiconductores, tales como los usados en los dispositivos de mecanismo sin memoria, se encuentran en su estado sólido -  
15 cristalino organizado y se enfrían por debajo de la citada temperatura crítica de cristalización, revierten de modo sustancialmente instantáneo a su estado sólido áltamente desordenado o generalmente amorfo, hacia el cual tienden siempre a revertir. Se supone que estos materiales semiconductores tienen unas fuerzas de cristalización relativamente débiles y unas fuerzas disruptoras cristalinas relativamente  
20 intensas.

En relación con el funcionamiento de los dispositivos Hi-Lo, corta-circuito y de mecanismo con memoria, descritos anteriormente de acuerdo con esta posible teoría de funcionamiento, y suponiendo que -  
25 los materiales semiconductores de tales dispositivos se encuentren en su estado sólido áltamente desordenado o generalmente amorfo proporcionando el estado de elevada resistencia o bloqueamiento, la aplicación de un voltaje a los electrodos de los dispositivos hace que se calienten los materiales semiconductores entre los electrodos. Cuando el vol  
30

38245027



5           taje aplicado alcanza un valor umbral, se calienta por lo menos por—  
ciones de los materiales semiconductores entre los electrodos (fila—  
mentos o hilos entre los electrodos) a una temperatura crítica en la  
que asumen rápidamente el estado sólido cristalino organizado propor—  
10           cionando el estado de baja resistencia o conductor. En estos disposi—  
tivos de memoria, como se expresa, anteriormente, el estado de baja -  
resistencia o conductor permanece aún cuando el voltaje aplicado se -  
disminuya por debajo del valor umbral o se suprima por entero. Como -  
se indica anteriormente, se supone que esto se debe a unas fuerzas de  
10           cristalización relativamente intensas respecto a las fuerzas disrupto—  
ras de los cristales. Esta rápida conmutación de la elevada resisten—  
cia o estado de bloqueamiento al estado de baja resistencia o conduc—  
tor, puede efectuarse aplicando un voltaje umbral que sea de corrien—  
te continua o alterna.

15                       En estos dispositivos Hi-Lo, corta-cirouito y de mecanismo  
con memoria, cuando tales porciones de los materiales semiconductores  
se encuentran en su estado sólido cristalino organizado (el estado de  
baja resistencia o conductor) como resultado de la aplicación de un -  
voltaje de corriente continua, y el voltaje de corriente continua -  
20           aplicado es inferior al valor umbral, la aplicación de un voltaje o -  
corriente continua o directa a aquellos calienta rápidamente por lo -  
menos dichas porciones y, según se supone, establece un choque en las  
mismas disminuyendo las fuerzas de cristalización respecto a las fuer—  
zas disruptoras de los cristales. Después de ello, tales porciones -  
25           asumen rápidamente el estado sólido áltamente desordenado o general—  
mente amorfo para proporcionar el estado de elevada resistencia o de  
bloqueamiento.

30                       Cuando tales porciones de los materiales semiconductores de  
los dispositivos Hi-Lo y corta-circuito con memoria se ponen en su es—  
tado sólido cristalino organizado (el estado de baja resistencia o -



conductor) mediante la aplicación de un voltaje umbral de corriente alterna, y el voltaje de corriente alterna aplicado es inferior al - valor umbral, la aplicación de un voltaje de corriente continua o al terna a los mismos calienta también por lo menos dichas porciones y, según se supone, establece choques en ellos disminuyendo las fuerzas de cristalización respecto a las fuerzas disruptoras de los cristales, tras lo cual tales porciones asumen también rápidamente el estado sólido altamente desordenado o generalmente amorfo para proporcionar el estado de elevada resistencia o bloqueamiento. Los dispositivos corta-circuito pueden conmutarse también a su estado de elevada resistencia o bloqueamiento disminuyendo la efectiva resistencia a las cargas en el circuito de carga de corriente alterna, rápida o lentamente, por debajo de un valor crítico. Esta disminución en la resistencia a las cargas incrementa la corriente alterna a través de los dispositivos y calienta por lo menos dichas porciones de los materiales semiconductores para realizar la conmutación como anteriormente se indica al estado de elevada resistencia o bloqueamiento.

Cuando tales porciones de los materiales semiconductores del dispositivo de mecanismo con memoria se ponen en su estado sólido cristalino organizado (el estado de baja resistencia o conductor) incluyéndolos en un circuito de carga de corriente alterna que tiene una resistencia a la carga, y aplicando un voltaje umbral de corriente alterna a los mismos, y el voltaje de corriente alterna aplicado es inferior al valor umbral, la aplicación de una incrementada corriente alterna a los mismos mediante un voltaje de corriente alterna aplicado superior a un valor umbral más elevado, determinado por la resistencia a la carga, calienta más dichas porciones por lo menos de los materiales semiconductores. Cuando el voltaje de corriente alterna aplicado se disminuye luego por debajo del primer valor umbral mencionado o inferior y la corriente alterna producida por aquel se -



aproxima al punto cero en el ciclo de corriente alterna, dichas por-  
ciones de los materiales semiconductores se enfrían rápidamente y -  
asumen pronto el estado sólido altamente desordenado o generalmente -  
amorfo y por consiguiente el estado de elevada resistencia o de blo-  
queamiento. Se supone que esto hace que el choque de las citadas por-  
ciones disminuye las fuerzas de cristalización respecto a las fuer-  
zas disruptoras de los cristales y por consiguiente la reversión al  
estado sólido altamente desordenado o amorfo.

Respecto al funcionamiento de los dispositivos de mecanis-  
mo sin memoria de acuerdo con esta posible teoría de funcionamiento,  
y suponiendo que los materiales semiconductores de tales dispositivos  
se encuentren en su estado sólido altamente desordenado o generalmen-  
te amorfo para proporcionar el estado de elevada resistencia o blo-  
queamiento, la aplicación de un voltaje a los electrodos de los dispo-  
sitivos hace también que los materiales semiconductores entre los elec-  
trodos se calienten. Cuando el voltaje aplicado alcanza un valor umbral  
superior, se calientan por lo menos porciones de los materiales semi-  
conductores entre los electrodos (filamentos o hilos entre los elec-  
trodos) a una temperatura crítica en la que rápidamente asumen el es-  
tado sólido cristalino organizado para proporcionar flujo de corrien-  
te (el estado de baja resistencia o conductor). Al disminuirse el vol-  
taje aplicado, el flujo de corriente y el calor generado por aquel re-  
sultan disminuidos y cuando se disminuye el voltaje aplicado a un va-  
lor umbral inferior, dichas porciones de los materiales semiconducto-  
res son enfriadas suficientemente para hacer que las mismas asuman rá-  
pidamente el estado sólido altamente desordenado o generalmente amor-  
fo (el estado de elevada resistencia o bloqueamiento). Como se indica  
anteriormente, estos materiales semiconductores tienden siempre a re-  
vertir a su estado altamente desordenado o generalmente amorfo y, co-  
mo se supone, las fuerzas disruptoras de los cristales, relativamente



intensas vencen a las fuerzas de cristalización relativamente débiles cuando las mencionadas porciones por lo menos de esos materiales semiconductores son suficientemente enfriadas. Esta rápida conmutación entre el estado de elevada resistencia o bloqueamiento y el estado -  
5 de baja resistencia o conducción puede efectuarse con la aplicación de voltaje de corriente continua o alterna.

Cuando el voltaje aplicado a los dispositivos de mecanismo con o sin memoria es de corriente alterna, y cuando los dispositivos conducen porque por lo menos porciones de los materiales semiconduc  
10 tores entre sus electrodos se encuentran en estado sólido cristalino organizado, hay un estado conductor modificado por encima del valor - umbral inferior y también por encima del valor umbral superior. Esto resulta del hecho de que el calentamiento de las citadas porciones de los materiales semiconductores es proporcionado por la corriente al-  
15 terna, la cual no proporciona sustancialmente ningún calentamiento - cerca de los puntos cero en el ciclo de corriente alterna y un calen- tamiento proporcional en los otros puntos de dicho ciclo. Se supone que junto a los puntos cero en el ciclo de corriente alterna, donde prácticamente no hay ningún calentamiento, las fuerzas disruptoras de  
20 los cristales son mayores que las fuerzas de cristalización, y que, - en otros puntos del ciclo de corriente alterna donde hay un calenta- miento sustancial, las fuerzas de cristalización son mayores que las fuerzas disruptoras de los cristales. Así, las citadas porciones de - los materiales semiconductores se encuentran en el estado sólido álta  
25 mente desordenado o generalmente amorfo cerca de los puntos de co- rriente cero en el ciclo de corriente alterna proporcionando un blo- queamiento de corriente en ellos, y se encuentran en estado sólido - cristalino organizado en otros puntos del ciclo de corriente alterna proporcionando conducción de corriente en ellos, dependiendo las mag-  
30 nitudes relativas de conducción de corrientes y bloqueamiento de co-

- 24 - 3092

30



riente durante cada ciclo de corriente alterna de la amplitud y, por consiguiente, el valor del aplicado voltaje de corriente alterna.

Es posible que, cuando las fuerzas disruptoras de los cristales resultan mayores que las fuerzas de cristalización, los cristales relativamente grandes en los materiales semiconductores se derrumban o rompen en cristales relativamente pequeños, que son efectivamente aislados entre sí por el resto de la mezcla amorfa de los materiales semiconductores, Como otra posible teoría de funcionamiento relacionada con los cambios de fase o estado de los materiales semiconductores entre el estado sólido altamente desordenado (que es generalmente amorfo pero contiene cristales relativamente pequeños), y el estado sólido cristalino ordenado (que contiene cristales relativamente grandes), es posible que la solubilidad sólida de la mezcla no cristalina de los materiales en los cristales de los materiales dependa de la temperatura, incrementándose la solubilidad con el aumento de temperatura y disminuyendo con la disminución de temperatura. En este caso, como anteriormente, se sitúan por lo menos porciones de los materiales entre los electrodos (filamentos o hilos entre los electrodos) en el estado sólido cristalino organizado mediante calentamiento de los mismos por encima de un valor crítico de temperatura en el que la mezcla no cristalina es rápidamente disuelta en los cristales relativamente pequeños formando cristales relativamente grandes y produciendo el estado conductor o de baja resistencia. Cuando la temperatura de las mencionadas porciones de los materiales disminuye por debajo de dicho valor crítico, se separa el exceso del material no cristalino de los cristales relativamente grandes a lo largo de los límites granulares de los mismos y las superficies externas de ellos, constituyendo el material no cristalino un aislador de elevada resistencia y formando cristales relativamente pequeños con revestimientos aislantes que producen el estado sólido altamente desordenado (el estado de elevada resistencia o bloqueamiento).

319450

27 JUL 1964



Como otra posible teoría de funcionamiento, es posible que las porciones de los materiales semiconductores entre los electrodos (filamentos o hilos entre los electrodos) sean conmutadas a su estado de elevada resistencia o bloqueamiento (el estado áltamente desordenado o generalmente amorfo) desde un estado o condición fundida mediante calentamiento, en primer lugar, de dichas porciones a un estado fundido, y enfriándolas luego al estado sólido. Cuando las fuerzas de cristalización son relativamente intensas y las fuerzas disruptoras de los cristales son relativamente débiles, como en el caso de los dispositivos Hi-Lo, corta-circuito y de mecanismo con memoria, - la aplicación del voltaje o corriente continua o alterna o el incremento de corriente debido a disminución en la resistencia a la carga puede hacer que dichas porciones de los materiales semiconductores - asuman el estado o condición fundida y, tras un rápido enfriamiento de dichas porciones, es posible que haya insuficiente tiempo para - permitir la cristalización en las referidas porciones al enfriarse a través del valor crítico de cristalización. Como resultado, las citadas porciones revierten a su estado sólido áltamente desordenado o - generalmente amorfo, en lugar de asumir su estado sólido cristalino organizado. Por otra parte, cuando las fuerzas de cristalización son relativamente débiles y las fuerzas disruptoras de los cristales son relativamente intensas, como en el caso del dispositivo de mecanismo sin memoria o con memoria, pero operando con corriente alterna, es - posible que el enfriamiento de dichas porciones de los materiales - semiconductores desde el estado o condición fundida al estado o condición sólida, tanto rápida como lentamente, tenga por resultado el que dichas porciones reviertan a su estado sólido áltamente desordenado o generalmente amorfo debido a la relativa debilidad de las - fuerzas cristalizadoras respecto a las fuerzas disruptoras de los - cristales. Así, de acuerdo con esta otra posible teoría de operación,



302450

se implica otro estado o condición estructural fundida además del es  
tado estructural sólido áltamente desordenado o generalmente amorfo  
y/o del estado estructura sólido cristalino organizado.

Respecto a las citadas posibles teorías de operación, en -  
5 las que los dispositivos son conmutados entre su estado estructural  
de elevada resistencia o bloqueamiento y su estado estructural de ba  
ja resistencia o conducción mediante calor producido por aplicación  
de energía eléctrica a los dispositivos, existen probablemente pun-  
tos preferidos en los materiales entre los electrodos, que son de me  
10 nos resistencia que el resto de los materiales y que se calentarán -  
con mayor rapidez por la corriente. Este incremento de temperatura -  
hace que la resistencia en esos puntos preferidos disminuya más y ac  
túa concentrando incluso una fracción mayor de la corriente total en  
esos puntos preferidos y produzca una elevada densidad de corriente.  
15 Como resultado, los materiales se disocian rápidamente en esos pun-  
tos preferidos tras la aplicación de energía eléctrica de un valor -  
crítico y forman filamentos o hilos conductores entre los electrodos  
que se encuentran en el estado sólido cristalino organizado o en el  
estado fundido, dependiendo de sus temperaturas y de los materiales  
20 utilizados. Las secciones transversales y volúmenes de estos filamenu  
tos o hilos conductores calentados son relativamente pequeños respec  
to al resto de los materiales, pudiéndose formar rápidamente tras un  
incremento en la densidad de corriente hasta un valor crítico y tam-  
bién pueden enfriarse rápidamente revirtiendo a su estado áltamente  
25 desordenado tras una disminución en la densidad de corriente. Además  
los filamentos o filamentos conductores calentados pueden aumentar o dis-  
minuir en sección transversal o volumen, dependiendo de la densidad  
de corriente y, por consiguiente, la conducción de corriente puede -  
variar a voltajes sustancialmente constantes, no habiendo ninguna ge  
30 neración global sustancial de calor en los dispositivos.

302450



Además, con relación a la posible teoría de operación, existe la posibilidad de una emisión de campo tanto interna como externa que actúa iniciando y manteniendo el flujo de corriente. Es posible que los materiales semiconductores y sus interfases y superficies, y particularmente cuando se hallan implicados óxidos, actúen imponiendo fuertes campos localizados y, bajo ciertas condiciones, es completamente posible una canalización. Las impurezas y defectos y iones introducidos en los materiales y sus interfases y superficies, probablemente actúan como centros restrictivos controlables para los portadores de corriente y también afectan probablemente a la carga espacial. También es posible que los contactos entre los materiales semiconductores y los electrodos metálicos sean contactos esencialmente ohmicos que conducen corriente en una u otra dirección o en ambas, sin rectificación, pero que son capaces, tras la imposición de ciertos campos eléctricos, de hacer que los electrodos metálicos inyecten portadores de corriente en los materiales semiconductores o barran dichos portadores de corriente.

También es posible que se establezca una altura de barrera mediante cargas en las interfases entre el material semiconductor y los electrodos metálicos asociados a aquel, proporcionando un estado de bloqueamiento, siendo posible que un gradiente eléctrico en forma de campo eléctrico, tal como el voltaje aplicado, actúa como reduciendo la barrera al causar la separación de los portadores de corriente de sus centros restrictivos y proporcionando un estado conductor para un flujo de corriente sustancialmente inestaculizado. Puede considerarse que en el estado conductor los portadores de corriente están siendo emitidos y que la barrera es desvanecidamente delgada.

Los dispositivos de control de corriente semiconductores en estado sólido de esta invención pueden adoptar varias formas y pueden ser de tipos de dos, tres o cuatro electrodos, dependiendo del tipo de

302450



servicio en que se utilicen. Si los dispositivos han de someterse a -  
unas adversas condiciones atmosféricas o a una manipulación violenta,  
pueden encapsularse adecuadamente. La encapsulación no ofrece ningún  
problema real, puesto que no se genera ninguna cantidad sustancial de  
5 calor en los dispositivos durante su funcionamiento, cuyos dispositi-  
vos son sustancialmente aisladores en sus estados de bloqueamiento, -  
sustancialmente conductores en sus estados de conducción, siendo con-  
mutados de modo sustancialmente instantáneo entre sus estados de blo-  
queamiento y conducción.

10 Otros objetos y ventajas de esta invención resultarán evi-  
dentes para los expertos en la materia con referencia a la descripción  
que se acompaña, a las reivindicaciones y a los dibujos, en los cua--  
les:

15 Las figs. 1 a 17 ilustran esquemáticamente varias formas -  
del dispositivo de control de corriente en estado sólido de esta in--  
vención.

La fig. 18 es un esquema de instalación eléctrica de un mon  
taje de ensayo capaz de probar y mostrar el funcionamiento de los dis  
positivos de control de corriente en estado sólido de esta invención,  
20 incluyendo los dispositivos Hi-Lo, corta-circuito y de mecanismo.

La fig. 19 es un grupo de curvas que muestra la manera de -  
funcionamiento del dispositivo Hi-Lo.

La fig. 20 es un grupo de curvas que muestra la manera de -  
funcionamiento del dispositivo corta-circuito.

25 La fig. 21 es un grupo de grúas que muestra la manera de fun  
cionamiento del dispositivo de mecanismo.

La fig. 22 es un diagrama esquemático de instalación eléc-  
trica de una disposición de circuitos para cambiar los dispositivos -  
de control de corriente en estado sólido del tipo de memoria de esta  
30 invención, desde sus estados de bloqueamiento a sus estados de conduc



ción y desde sus estados de conducción a sus estados de bloqueamiento.

5 La fig. 23 es un diagrama esquemático de instalación eléctrica de una disposición de circuito típico de carga, que utiliza un dispositivo Hi-Lo del tipo de dos electrodos.

La fig. 24 es un diagrama esquemático parcial de instalación eléctrica correspondiente al de la fig. 23 y que ilustra una típica disposición de circuito de carga que utiliza un dispositivo Hi-Lo del tipo de 3 electrodos.

10 La fig. 25 es un diagrama esquemático parcial de instalación eléctrica correspondiente al de la fig. 23, que ilustra una típica disposición de circuito de carga que utiliza un dispositivo Hi-Lo del tipo de 4 electrodos.

15 La fig. 26 es un diagrama esquemático de instalación eléctrica de una típica disposición de circuitos de carga que utiliza un dispositivo corta-circuito.

La fig. 27 es un diagrama esquemático de instalación eléctrica de una típica disposición de circuito de carga que utiliza un dispositivo de mecanismo.

20 La fig. 28 es un diagrama esquemático de instalación eléctrica de una típica disposición de circuito de carga que utiliza un dispositivo de mecanismo y que funciona como circuito lógico, tal como un circuito canalizador "Y".

25 La fig. 29 es un diagrama esquemático de instalación eléctrica de una típica disposición de circuito de carga que utiliza un dispositivo de mecanismo del tipo de 4 electrodos.

30 La fig. 30 es un diagrama esquemático parcial de instalación eléctrica similar al de la fig. 29, que ilustra una típica disposición de circuito de carga que utiliza un dispositivo de mecanismo del tipo de 3 electrodos; y



La fig. 31 es un diagrama esquemático de instalación eléctrica de otra típica disposición de circuito de carga que utiliza un dispositivo de mecanismo del tipo de 3 electrodos.

5 En la fig. 1 se ilustra esquemáticamente un dispositivo de control de corriente en estado sólido de esta invención, que incluye un cuerpo 10 de material semiconductor en estado sólido, un par de electrodos metálicos 11 y 12 en contacto eléctrico con el cuerpo semiconductor 10 en estado sólido y un par de conductores 13 y 14 para conectar al dispositivo en serie en un circuito de carga eléctrica. -  
10 Los electrodos 11 y 12 pueden empotrarse en el cuerpo 10 ó pueden aplicarse y asegurarse adecuadamente a la superficie del cuerpo 10. - Aquí, el flujo de corriente se efectúa a través del cuerpo semiconductor 10 en estado sólido y el control de la corriente se efectúa principalmente en el conjunto del cuerpo 10, encontrándose el material efectivo situado entre los electrodos normalmente en su estado  
15 de bloqueamiento.

En el dispositivo de control de corriente en estado sólido de la fig. 2, un cuerpo 15 de material semiconductor en estado sólido presenta unas superficies o películas 16 y 17 a las que se aplican los electrodos 11 y 12 provistos de conductores 13 y 14 para conectar el dispositivo de control de corriente en estado sólido al  
20 circuito de carga eléctrica. Aquí, el flujo de corriente se efectúa a través del cuerpo 15 y de las superficies o películas 16 y 17, teniendo lugar el control del flujo de corriente principalmente en las  
25 superficies o películas 16 y 17, encontrándose el material del cuerpo en su estado conductor y el material de las superficies o películas en su estado de bloqueamiento.

En la fig. 3, el dispositivo de control de corriente en estado sólido incluye un cuerpo semiconductor 18 en estado sólido con  
30 una sola superficie o película 19, encontrándose el electrodo 11 en -



contacto eléctrico con el cuerpo 18 y el electrodo 12 en contacto -  
eléctrico con la película o superficie 19. Los conductores 13 y 14 -  
funcionan conectando el dispositivo al circuito de carga eléctrica. -  
El flujo de corriente se efectúa a través del cuerpo 18 y de la super  
5 ficie o película 19, teniendo lugar el control de la corriente princi  
palmente en la superficie o película 19, encontrándose el material del  
cuerpo en su estado conductor y el material de la superficie o pelícu  
la normalmente en su estado de bloqueamiento. El electrodo 11 puede -  
empotrarse en el cuerpo 19 o aplicarse a su superficie, y el electro-  
10 do 12 se aplica a la superficie o película 19.

En la fig. 4, el dispositivo de control de corriente inclu-  
ye un par de cuerpos semiconductores en estado sólido 20 y 21, que es  
tán provistos respectivamente de las superficies o películas 22 y 23.  
Los cuerpos 20 y 21 están adecuadamente asegurados entre sí con sus -  
15 respectivas películas 22 y 23 intercaladas entre ellos en contacto -  
eléctrico. Los electrodos 11 y 12 están en contacto eléctrico con los  
cuerpos 20 y 21, pudiendo ser empotrados en los mismos o aplicados a  
sus superficies externas. Los conductores 13 y 14 conectan este dispo  
sitivo al circuito de carga eléctrica. El flujo de corriente se efec  
20 túa a través de los cuerpos 20 y 21 y de sus respectivas superficies  
o películas 22 y 23, efectuándose el control del flujo de corriente -  
principalmente en las superficies o películas 22 y 23, encontrándose  
el material de los cuerpos en su estado conductor y el material de -  
las superficies o películas en su estado de bloqueamiento.

El dispositivo de control de corriente en estado sólido de  
25 la fig. 5 incluye un cuerpo 24 de material semiconductor en estado sólido  
y un par de electrodos 11 y 12 espaciados entre sí y adecuadamen  
te asegurados al cuerpo 24. Los conductores 13 y 14 conectan el dispo  
sitivo en serie al circuito de carga eléctrica. Los electrodos 11 y 12  
30 pueden empotrarse en el cuerpo 24 ó aplicarse adecuadamente a su super



ficie. El flujo de corriente se efectúa a lo largo del cuerpo 24 entre los electrodos 11 y 12 y el control del flujo de corriente se efectúa principalmente en el conjunto del cuerpo 24, encontrándose el material efectivo situado entre los electrodos normalmente en su estado de bloqueamiento.

5

En la fig. 6 el dispositivo de control de corriente en estado sólido incluye un cuerpo 25 provisto de una superficie o película 26 sobre una cara del mismo, junto con electrodos espaciados entre sí 11 y 12, adecuadamente aplicados a la superficie o película 26. Aquí, el flujo de corriente se efectúa principalmente a lo largo del cuerpo y a través de la superficie o película 26 entre los electrodos 11 y 12 y el cuerpo, y el control del flujo de corriente tiene lugar principalmente en la superficie o película 26, encontrándose el material del cuerpo en su estado conductor y el material de la superficie o película normalmente en su estado de bloqueamiento.

10

15

El dispositivo de control de corriente en estado sólido de la fig. 7 es similar al de la fig. 6, incluyendo un cuerpo 27 de material semiconductor en estado sólido 27, provisto de una superficie o película 28. Un par de electrodos metálicos 29 y 30, en forma de peines metálicos, entrelazados, se aplican adecuadamente a la superficie o película 28. Aquí, el flujo de corriente tiene lugar principalmente a lo largo del cuerpo y a través de la superficie o película 28 entre los electrodos metálicos 29 y 30 y el cuerpo, y el control del flujo de corriente tiene lugar principalmente en la superficie o película 28, encontrándose el material del cuerpo en su estado conductor y el material de la superficie o película normalmente en su estado de bloqueamiento. Los electrodos 29 y 30 están provistos de conductores 13 y 14 para conectar aquellos al circuito de carga eléctrica.

20

25

30

El dispositivo de control de corriente en estado sólido de la fig. 8 incluye una pastilla o cuenta 31 de material semiconductor -



en estado sólido que a su vez tiene preferiblemente una superficie o película. Un par de electrodos 32 y 33 se encuentran adecuadamente adheridos a la superficie o película de la pastilla o cuenta 31, pudiéndose extender los electrodos 32 y 33 para formar conductores 13 y 14 destinados a conectar el dispositivo al circuito de carga eléctrica, o bien pueden estar provistos de conductores separados para este fin. Aquí, el flujo de corriente tiene lugar esencialmente a través de la superficie o película y la pastilla o cuenta 31 entre los electrodos 32 y 33, teniendo lugar el control de la corriente principalmente en la superficie o película, encontrándose el material de la pastilla o cuenta en su estado conductor y el material de la superficie o película normalmente en su estado de bloqueamiento.

El dispositivo de control de corriente en estado sólido de la fig. 9 incluye un par de hilos 34 y 35 que están revestidos de materiales semiconductores en estado sólido 36 y 37. Los materiales semiconductores 36 y 37 situados sobre los hilos 34 y 35 se mantienen adecuadamente en contacto eléctrico y el flujo de corriente se efectúa a través del material semiconductor 36 y 37 entre los hilos 34 y 35, encontrándose normalmente el material semiconductor en su estado de bloqueamiento. Los hilos 34 y 35 pueden extenderse formando conductores 13 y 14 para conectar el dispositivo al circuito de carga eléctrica o bien pueden estar provistos de conductores separados para este fin. Aunque la fig. 9 ilustra ambos hilos 34 y 35 provistos de material semiconductor sobre ellos, el material semiconductor puede omitirse de uno de los hilos, en cuyo caso el hilo desnudo se colocaría en contacto eléctrico con el material semiconductor situado sobre el otro hilo. Con una u otra disposición se obtienen un funcionamiento eficiente y unos resultados satisfactorios.

El dispositivo de control de corriente en estado sólido de la fig. 10 es similar al de la fig. 9, pero difiere de él en la manera

302450



de mantener los hilos y los materiales semiconductores en contacto -  
eléctrico recíproco. En la fig. 10, se dispone un par de hilos 38 y 39  
con revestimientos de material semiconductor 40 y 41, estando los hi-  
los 38 y 39 y el material semiconductor 40 y 41 retorcidos entre sí pa-  
5 ra mantener el adecuado contacto eléctrico entre ellos. Aquí, el flu-  
jo de corriente se efectúa a través de los materiales semiconductores  
que funcionan controlando el flujo de corriente. Los hilos 38 y 39 pue-  
den extenderse formando conductores 13 y 14 para conectar el dispositi-  
vo al circuito de carga eléctrica, o bien pueden dotarse de conducto-  
10 res separados para este fin. Aquí, como en la fig. 9, solo necesita re-  
vestirse uno de los hilos con el material semiconductor y en ambos ca-  
sos se obtienen resultados satisfactorios y un funcionamiento eficien-  
te.

El dispositivo de control de corriente en estado sólido de la  
15 fig. 11 utiliza también hilos 42 y 43 que están revestidos de materia-  
les semiconductores adecuados 44 y 45. Los materiales semiconductores  
44 y 45 forman contacto eléctrico recíproco cuando los hilos 42 y 43 -  
son cruzados como se ilustra en la fig. 11. Los hilos 42 y 43 pue-  
den extenderse formando conductores 13 y 14 para conectar el dispositivo -  
20 al circuito de carga eléctrica o bien pueden disponerse conductores se-  
parados para este fin. El flujo de corriente se efectúa a través de -  
los materiales semiconductores 44 y 45, siendo controlado por ellos, -  
donde se cruzan y acoplan entre sí, encontrándose normalmente los mate-  
riales en su estado de bloqueamiento. Los otros extremos de los hilos  
25 42 y 43 pueden utilizarse, si se desea, como electrodos de control. Co-  
mo en los dispositivos de las figs. 9 y 10, solo necesita revestirse -  
uno de los hilos 42 ó 43 con el material semiconductor, y en ambos ca-  
sos se obtienen un funcionamiento eficiente y unos resultados satisfac-  
torios.

30 El dispositivo de control de corriente en estado sólido de -

30245



5 la fig. 12 es un dispositivo de 4 electrodos. Incluye un cuerpo 46 de material semiconductor en estado sólido junto con electrodos 11 y 12 adecuadamente aplicados al mismo en caras opuestas, estando provistos los electrodos 11 y 12 de conductores 13 y 14 para conectarlos al cir-  
cuito de carga eléctrica. Aquí, el flujo de corriente se efectúa a -  
través del cuerpo 46 y el control del flujo de corriente tiene lugar principalmente en el conjunto del cuerpo 46, encontrándose el mate-  
rial efectivo entre los electrodos normalmente en su estado de blo-  
queamiento. Otra cara del cuerpo 46 está provista de un electrodo 47  
10 que sostiene un conductor 48, y otra cara del cuerpo 46 está provis-  
ta de un electrodo 49, provisto a su vez de un conductor 50. Los elec-  
trodos 47 y 49 son esencialmente electrodos de control destinados a -  
acondicionar el cuerpo 46 para conducir corriente entre los electro-  
dos 11 y 12 ó para bloquear el flujo de corriente entre los electro-  
dos 11 y 12. Los electrodos 11, 12, 47 y 49 pueden empotrarse en el -  
15 cuerpo 46 ó bien aplicarse a sus superficies. Así, en el dispositivo  
de la fig. 12, el flujo de corriente a través del dispositivo entre -  
los conductores 13 y 14 es controlado por señales o campos eléctricos  
aplicados a los conductores 48 y 50.

20 El dispositivo de control de corriente en estado sólido de la  
fig. 13 es similar al de la fig. 12, incluyendo un cuerpo de material  
semiconductor en estado sólido 55, provisto de electrodos 11 y 12 apli-  
cados al mismo y conectados a los conductores 13 y 14 para conectar -  
el dispositivo al circuito de carga eléctrica, encontrándose el mate-  
rial efectivo entre los electrodos normalmente en su estado de blo-  
25 queamiento. También incluye electrodos de control 47 y 49 conectados  
mediante conductores 48 y 50 a un circuito de control. Sin embargo,  
aquí los electrodos 47 y 49 están eléctricamente aislados del -  
cuerpo 55 por medio de aisladores 56 y 57, de manera que el flujo de  
30 corriente entre los electrodos 11 y 12 quede aislado de los electrodos

302450



47 y 49. El flujo de corriente se controla mediante un campo eléctrico que comprende esencialmente un efecto capacitor o cargador aplicado entre los electrodos de control 47 y 49 mediante el circuito de control. Aquí, el cuerpo semiconductor en estado sólido 55 tiene sustancialmente una configuración de reloj de arena, en virtud de lo cual los portadores de corriente son concentrados entre los electrodos de control 47 y 49, proporcionando un control más eficiente del flujo de corriente.

El dispositivo de control de corriente en estado sólido de la fig. 14 es similar al de la fig. 12, pero es un dispositivo de 3 electrodos, a diferencia de un dispositivo de 4 electrodos. En la fig. 14, el dispositivo incluye un cuerpo semiconductor en estado sólido 51, electrodos 11 y 12 aplicados a caras opuestas de aquel y un electrodo de control simple 47 aplicado a otra cara de aquel, encontrándose se el material efectivo entre los electrodos normalmente en su estado de bloqueamiento y estando conectados los electrodos 11 y 12 mediante conductores 13 y 14 al circuito de carga eléctrica y conectándose el electrodo 47 mediante un conductor 48 a un circuito de control eléctrico que a su vez puede estar también conectado a cualquiera de los conductores 13 ó 14. Aquí, como en la fig. 12, los electrodos 11, 12 y 47 pueden estar empotrados en el cuerpo 51 ó aplicados a sus superficies.

El dispositivo de control de corriente en estado sólido de la fig. 15 incluye un cuerpo semiconductor en estado sólido 52 provisto de electrodos 11 y 12 aplicados a caras opuestas de aquel, poseyendo los electrodos 11 y 12 unos conductores 13 y 14 para conectar el dispositivo al circuito de carga eléctrica. Aquí, también, se aplica un electrodo de control 47 a una de las caras, como por ejemplo la cara que contiene al electrodo 11, conectándose el electrodo de control 47 mediante un conductor 48 al circuito de control y conectándose tam



bien el circuito de control al conductor 14. Los electrodos 11, 12 y 47 pueden estar empotrados en el cuerpo 52 ó aplicados a sus superficies. El flujo de corriente se efectua a través del cuerpo 52 entre los electrodos 11 y 12 y el electrodo de control 47 funciona controlando el flujo de corriente, encontrándose el material efectivo del cuerpo entre los electrodos normalmente en su estado de bloqueamiento.

En la fig. 16, el dispositivo de control de corriente en estado sólido es similar al de la fig. 15. Sin embargo, en la fig. 16 los electrodos 11 y 12 están aplicados a una superficie o película 54 situada sobre el cuerpo semiconductor en estado sólido 53, encontrándose el material del cuerpo en su estado conductor y el material de la superficie o película normalmente en su estado de bloqueo. El flujo de corriente entre los electrodos 11 y 12 se efectúa a través del cuerpo 53 y de la superficie o película 54, siendo controlado el control del flujo de corriente por el electrodo de control 47.

El dispositivo de control de corriente en estado sólido de la fig. 17 incluye un cuerpo semiconductor en estado sólido 58 que tiene una superficie o película 59, aplicándose los electrodos 11, 12 y 43 a esa superficie o película 59 y encontrándose el material del cuerpo en su estado conductor y el material de la superficie o película normalmente en su estado de bloqueamiento. El flujo de corriente entre los electrodos 11 y 12 se efectúa a lo largo del cuerpo y a través de la superficie o película 59, y el control del flujo de corriente por el electrodo 47 tiene lugar principalmente en la superficie o película 59.

Las disposiciones de electrodos y conductores en los dispositivos de las figuras 15, 16, y 17 pueden estar diferentemente conectadas a los circuitos de carga eléctrica y de control, si se desea. Por



ejemplo, los conductores 13 y 48 pueden conectarse al circuito de carga y el conductor 14 al circuito de control.

Aunque los cuerpos 15 de la fig. 2, 18 de la fig. 3, 20 y 21 de la fig. 4, 25 de la fig. 6, 27 de la fig. 7, 53 de la fig. 16 y 58 de la fig. 17 se han descrito como formados por material semiconductor provisto de superficies o películas de material semiconductor sobre ellos, esos cuerpos pueden formarse de cualquier material conductor adecuado, tal como acero, cobre o similar, sobre el cual puede aplicarse como revestimiento o depósito la superficie o película de material semiconductor, mediante depósito al vacío o procedimiento similar. Esto es posible por cuanto el control del flujo de corriente tiene lugar en las superficies o películas de esos dispositivos. De igual modo, los cuerpos 25 de la fig. 6, 27 de la fig. 7, 53 de la fig. 16 y 58 de la fig. 17 pueden construirse de un adecuado material aislante, tal como plástico o vidrio o similar, si se desea, con la superficie o película de material semiconductor adecuadamente aplicada por revestimiento o depósito sobre aquellos. Esto es posible en estos dispositivos por cuanto que no es necesario conducir corriente a través de tales cuerpos, teniendo lugar la conducción exclusivamente en las superficies o películas.

Los diversos dispositivos de control de corriente en estado sólido ilustrados en las figs. 1 a 17 funcionan de manera sustancialmente igual en su control del flujo de corriente a través de ellos, - siendo de elevada resistencia y sustancialmente un aislador en el estado de bloqueamiento, de baja resistencia y sustancialmente un conductor en el estado conductor, cambiándose de modo sustancialmente instantáneo de su estado de bloqueamiento a su estado conductor mediante la imposición de un campo eléctrico sobre ellos, y cambiándose de modo sustancialmente instantáneo de su estado conductor a su estado de bloqueamiento mediante la imposición de un diferente campo eléctri



302450

co sobre los mismos. Aunque el control del flujo de corriente puede tener lugar en el conjunto, se obtienen unos resultados particularmente buenos cuando el control tiene lugar principalmente en las superficies o películas y las interfases entre las superficies o películas y los cuerpos y los electrodos metálicos.

Como se indica anteriormente, pueden utilizarse varios materiales semiconductores en los dispositivos de control de corriente en estado sólido de esta invención, obteniéndose unos resultados particularmente buenos cuando los materiales semiconductores en estado sólido son del tipo p. Utilizando materiales adecuados y tratándolos de maneras adecuadas, los dispositivos de control de corriente en estado sólido de esta invención pueden construirse según especificaciones para proporcionar las deseadas características eléctricas, como por ejemplo el tipo de dispositivo, tal como Hi-Lo, corta-circuito o de mecanismo, los valores de resistencia eléctrica de los dispositivos semiconductores en estado sólido en sus estados de bloqueamiento y en sus estados conductores, las capacidades de bloqueamiento y conducción de corriente de los dispositivos, el valor umbral del campo eléctrico en que los dispositivos cambian de modo sustancialmente instantáneo de su estado de bloqueamiento a su estado de conducción, el valor del campo eléctrico impuesto requerido para cambiar de modo sustancialmente instantáneo el dispositivo Hi-Lo de su estado conductor a su estado de bloqueamiento, el valor del campo eléctrico impuesto requerido para cambiar de modo sustancialmente instantáneo el dispositivo corta-circuito de su estado conductor a su estado de bloqueamiento, y el valor umbral inferior del campo eléctrico en que el dispositivo de mecanismo es cambiado de modo sustancialmente instantáneo de su estado conductor a su estado de bloqueamiento.

Lo que sigue son ejemplos de algunos de los dispositivos Hi-Lo de las figs. 1 a 8 y 12 a 17, que han dado satisfactorios resulta-



302450

dos (siendo los porcentajes en peso): cuerpos o pastillas anodizados formados con un 50% de telurio y un 50% de germanio, con electrodos de niquel depositados al vapor sobre ellos; cuerpos o pastillas formados con un 50% de telurio y un 50% de germanio, atacados con ácidos nítrico y provistos de electrodos metálicos, tales como de tungsteno aplicados a su superficie; cuerpos o pastillas formados con un 50% de telurio y un 50% de germanio, que han sido molidos, pulimentados y clorados y que tienen electrodos metálicos aplicados a su superficie; cuerpos o pastillas formados con un 50% de telurio y un 50% de germanio de tipo n con electrodos metálicos aplicados a su superficie; cuerpos o pastillas formados con un 50% de telurio y un 50% de germanio, con una adición del 25% de pentóxido de vanadio y con electrodos metálicos aplicados a su superficie; cuerpos o pastillas formados con un 50% de telurio y un 50% de germanio, con la adición de un 10% de partículas magnéticas, tales como materiales magnéticos cerámicos molidos, con electrodos metálicos aplicados a su superficie; cuerpos o pastillas formados con 3,81 gramos de telurio y 2,42 gramos de antimonio con electrodos metálicos aplicados a su superficie; cuerpos o pastillas formados con un 50% de telurio y un 50% de antimoniuro de galio con electrodos metálicos aplicados a su superficie; cuerpos o pastillas formados con sulfuro de plomo, atacados con ácido nítrico, y electrodos metálicos aplicados a su superficie; cuerpos o pastillas formados con un 47% de telurio, un 47% de germanio, un 5% de arseniuro de galio y un 1% de hierro, con electrodos metálicos aplicados a su superficie; cuerpos o pastillas formados con un 50% de telurio y un 50% de niquel y electrodos metálicos aplicados a su superficie; cuerpos o pastillas formados con un 50% de telurio y un 50% de germanio, que han sido calentados, desgasificados y enfriados al vacío con electrodos metálicos aplicados a su superficie; cuerpos o pastillas formados con un 50% de telurio y un 50% de silicio, con electrodos metálicos aplica-

27 JUL



302450

5 dos a su superficie; cuerpos o pastillas formados con un 50% de teluro y un 50% de antimonio de indio con electrodos metálicos aplicados a su superficie; y cuerpos o pastillas formados con un 50% de se lenio y un 50% de germanio, con electrodos metálicos aplicados a su superficie.

10 También se han formado satisfactorios dispositivos Hi-Lo - con intercalamientos de óxido de teluro, telururo de aluminio y óxido de teluro, y con intercalamientos de óxido de teluro, metal de te luro y óxido de teluro, con electrodos metálicos aplicados a sus ca ras externas.

15 Se han construído adicionalmente satisfactorios dispositi- vos Hi-Lo sumergiendo alambres de oro calentados en una mezcla en - polvo de un 50% de teluro y un 50% de germanio, adheriéndose el mate rial pulverizado a los hilos de oro y difundiéndose éstos en el mate rial, estableciéndose un contacto eléctrico entre tales hilos reves tidos, como se ilustra en las figuras 9 a 11 de los dibujos. El me tal de teluro tratado con ácido nítrico para formar una película óxi da sobre él, que se pone en contacto eléctrico con electrodos metáli cos, forma también un satisfactorio dispositivo Hi-Lo.

20 Lo que sigue son ejemplos de algunos de los dispositivos - corta-circuitos de las figs. 1 a 8, que han dado resultados satisfac- torios: Cuerpos o pastillas formados con un 90% de teluro y un 10% de germanio con electrodos metálicos aplicados a su superficie; cuerpos o pastillas formados con un 90% de teluro, un 5% de germanio y un 5%  
25 de silicio con electrodos metálicos aplicados a su superficie; cuer- pos o pastillas formados con un 95% de teluro y un 5% de germanio - con electrodos metálicos aplicados a su superficie; cuerpos o pasti llas formados con un 50% de teluro y un 50% de germanio con cesio di fundido en los mismos y con electrodos metálicos aplicados a su su-  
30 perficie; cuerpos o pastillas formados con un 50% de teluro y un 50%



3095

de germanio que han sido molidos, pulimentados y clorados y que tienen electrodos metálicos aplicados a su superficie; cuerpos o pastillas formados con un 50% de telurio y un 50% de germanio, que han sido calentados, desgasificados y enfriados al vacío, con electrodos metálicos aplicados a su superficie; cuerpos o pastillas formados con un 50% de telurio y un 50% de germanio y revestidos con un 71,87% de telurio, un 14,05% de arsénico, un 13,06% de galio y un 1% de sulfuro de plomo, con electrodos metálicos aplicados a su superficie; cuerpos o pastillas formados con un 47% de telurio, un 47% de germanio, un 5% de arseniuro de galio y un 1% de hierro, con electrodos metálicos aplicados a su superficie; y cuerpos o pastillas formados por un 90% de selenio y un 10% de germanio, con electrodos metálicos aplicados a su superficie.

También se han formado satisfactorios dispositivos cortocircuitos sumergiendo hilos de oro calentado en una mezcla en polvo de un 50% de telurio y un 50% de germanio, adhiriéndose el material pulverizado a los hilos de oro y difundiéndose éstos en el material. Estos hilos revestidos pueden ponerse eléctricamente en contacto de la manera mostrada en las figs. 9 a 11 de los dibujos.

Lo que sigue son ejemplos de algunos de los dispositivos de mecanismo de las figs. 1 a 8 y 14 a 17, que han dado resultado satisfactorio: Cuerpos o pastillas formados con una mezcla de un 25% de arsénico y un 75% de una mezcla de un 90% de telurio y un 10% de germanio, con electrodos metálicos aplicados a su superficie; cuerpos o pastillas formados con lo anterior más la adición de un 5% de silicio con electrodos metálicos aplicados a su superficie; cuerpos o pastillas formados con un 75% de telurio y un 25% de arsénico con electrodos metálicos aplicados a su superficie; cuerpos o pastillas formados con un 71,8% de telurio, un 14,05% de arsénico, un 13,06% de galio y el resto sulfuro de plomo con electrodos metálicos aplicados a su su-

3024



perficie; cuerpos o pastillas formados con un 72,6% de telurio, un 13,2% de galio y un 17,2% de arsénico, con electrodos metálicos aplicados a su superficie; cuerpos o pastillas formados con un 72,6% de telurio, un 27,4% de arseniuro de galio, con electrodos metálicos aplicados a su superficie; cuerpos o pastillas formados con un 85% de telurio, un 12% de germanio y un 3% de silicio, con electrodos metálicos aplicados sobre su superficie; cuerpos o pastillas formados con un 50% de telurio y un 50% de gaslio, con electrodos metálicos aplicados a su superficie; cuerpos o pastillas formados con un 67,2% de telurio, un 25,3% de arseniuro de galio y un 7,5% de germanio tipo n con electrodos metálicos aplicados a su superficie; cuerpos o pastillas formados con un 75% de telurio y un 25% de silicio, con electrodos metálicos aplicados a su superficie; cuerpos o pastillas formados con un 75% de telurio y un 25% de antimoniuro de indio, con electrodos metálicos aplicados a su superficie; cuerpos o pastillas formados con un 55% de telurio y un 45% de germanio, con electrodos metálicos aplicados a su superficie, que funcionan como dispositivos de mecanismo y de corta-circuito; cuerpos o pastillas formados con un 45% de telurio y un 55% de germanio, con electrodos metálicos aplicados a su superficie, que proporcionan un dispositivo de mecanismo de bajo nivel que puede pulsarse a desconexión mediante la aplicación de un voltaje o corriente continua; y cuerpos o pastillas formados con un 75% de selenio y un 25% de arsénico, con electrodos metálicos aplicados a su superficie.

En los mencionados cuerpos y pastillas incluidos en los dispositivos Hi-Lo, corta-circuitos y de mecanismo, los materiales son preferiblemente molidos en un mortero de porcelana sin vidriar a una consistencia pulverulenta uniforme, y minuciosamente mezclados. Luego son preferiblemente consolidados y calentados en un tubo de cuarzo sellado, por encima del punto de fusión del material cuyo punto de fusión es el más elevado. El material fundido puede enfriarse en el tubo y -

302A50



fragmentarse luego en piezas, moliéndose estas últimas en la forma -  
adecuada para constituir los cuerpos o pastillas, o bien el material  
fundido puede vaciarse desde el tubo en moldes de grafito precalenta-  
dos para formar los cuerpos o pastillas. El molido inicial de los ma-  
5 teriales puede efectuarse en presencia o ausencia de aire, siendo pre-  
ferible lo primero cuando se desean considerables óxidos en los cuer-  
pos o pastillas finales.

Después de formarse los cuerpos o pastillas, se tratan pre-  
feriblemente en su superficie, como mediante pulimento, ataque quími-  
10 co, cloración o procedimiento similar, y exponiendo tales superficies  
a la atmósfera a fin de proporcionar estados superficiales que posean  
considerables centros restrictivos de portadores de corriente. Los -  
electrodos metálicos se aplican preferiblemente a tales superficies.  
También pueden utilizarse otras maneras de proporcionar los centros -  
15 restrictivos de los portadores de corriente, como se describen en la  
parte inicial de esta descripción. Como en la formación de los cuer-  
pos o pastillas, éstos son calentados y dejados enfriar, en el caso -  
de los dispositivos de memoria estarán normalmente en su estado de ba  
ja resistencia o conductor, pero pueden tratarse ellos, o sus superfi-  
20 cias o películas, como queda descrito, para ponerlos, ellos a sus su-  
perficies o películas, en su estado de elevada resistencia o de blo-  
queamiento, cuando se hallan presentes considerables centros o esta-  
dos o condiciones restrictivos de los portadores de corriente. En el  
caso de los dispositivos de mecanismo sin memoria, los cuerpos o pas-  
25 tillas estarán normalmente en su estado de elevada resistencia o de -  
bloqueoamiento. Como variante, en la formación de los materiales, pue-  
de ser deseable prensar los materiales pulverizados mezclados bajo -  
presiones de hasta 1.000 libras por pulgada cuadrada (70 kg. por cm<sup>2</sup>)  
por lo menos, hasta que los materiales pulverizados estén completamen-  
30 te consolidados, pudiéndose calentar luego inicialmente los materiales

302450



completamente consolidados, como por ejemplo hasta 400°C, teniendo -  
lugar el calentamiento restante mediante reacción exotérmica. Los di-  
versos tipos de dispositivos de control de corriente en estado sólido  
ilustrados en las figs. 1 a 17 pueden formarse con los diversos -  
5 materiales anteriormente expuestos.

En lugar de formar cuerpos o pastillas, los anteriores ma-  
teriales semiconductores pueden aplicarse como revestimiento sobre -  
un sustrato adecuado, como mediante depósito al vacío o procedimien-  
to similar, y aplicarse adecuadamente los electrodos metálicos a -  
10 ellos, tal como se ilustra en las figuras 2, 3, 4, 6, 7, 16 y 17. Se  
ha producido un dispositivo de mecanismo particularmente satisfacto-  
rio, que es extremadamente preciso y repetible en su producción, me-  
diante depósito al vapor sobre un cuerpo o pastilla de acero liso -  
una delgada película de telurio, arsénico y germanio y aplicando elec-  
15 trodos de tungsteno a la película depositada. Si se desea, la pelícu-  
la puede formarse por depósito en capas sucesivas de telurio, arséni-  
co, germanio, arsénico y telurio y calentando luego a una temperatura  
inmediatamente inferior al punto de sublimación del arsénico para uni-  
ficar y fijar la película. Cuando se depositan al vacío películas de  
20 los materiales semiconductores de esta invención sobre sustratos, -  
normalmente asumen su estado de elevada resistencia o bloqueamiento -  
debido al rápido enfriamiento de los materiales al depositarse, o pue-  
de hacerse fácilmente que asuman tal estado de las maneras anterior-  
mente descritas.

25 Los electrodos metálicos que se utilizan en los dispositi-  
vos de control en estado sólido de esta invención pueden ser sustan-  
cialmente de cualquier metal buen conductor, tal como tungsteno, co-  
bre, níquel, oro, aluminio o similares. Los electrodos de tungsteno,  
cobre y níquel son ordinariamente de una relativa inercia respecto a  
30 los diversos materiales semiconductores antes mencionados, mientras -

302430



que los electrodos de oro tienen una fuerte tendencia a difundirse -  
 en tales materiales semiconductores. Los electrodos de aluminio tienen  
 den a afectar a los materiales antes mencionados, particularmente -  
 los que contienen telurio y germanio, y muestran tendencia a hacer -  
 5 que los dispositivos de mecanismo pasen a sus estados de bloqueamiento  
 to y, como resultado de ello, el uso de electrodos de aluminio facilita  
 lita grandemente la obtención de una modulación del flujo de corriente  
 te a través del dispositivo de mecanismo tras variar el campo eléctrico  
 trico aplicado entre los valores umbrales superior e inferior de -  
 10 aquel.

Los electrodos metálicos pueden aplicarse a las superficies  
 de los cuerpos o pastillas semiconductores en estado sólido de cualquier  
 quier manera deseada, como mediante prensado mecánico de los mismos  
 in situ, por fusión de ellos, soldadura de los mismos, in situ, por  
 15 depósito al vapor o procedimiento similar. Preferiblemente, después  
 de que los electrodos metálicos son aplicados a los cuerpos o pastillas  
 llas, se aplica un impulso de voltaje y corriente a los dispositivos  
 para acondicionar y fijar el contacto eléctrico entre los electrodos  
 y el material semiconductor. Como se indica anteriormente, los dispositi  
 sitivos de control de corriente de esta invención pueden encapsularse  
 se si se desea.

La fig. 18 es un esquema de instalación eléctrica de un -  
 montaje de ensayo capaz de probar y mostrar el funcionamiento de los  
 dispositivos de control de corriente en estado sólido de esta invención  
 ción, incluyendo los dispositivos Hi-Lo, corta-circuitos, y de mecanismo  
 nismo. Como se ilustra, el montaje o instalación de ensayo incluye un  
 25 transformador variable 65, tal como un Variac, que tiene un devanado  
 primario 66 y un devanado secundario 67. El devanado primario 66 está  
 conectado a un par de terminales 68 y 69 que a su vez están conectados  
 30 a una fuente de energía eléctrica de corriente alterna, tal como una -

302450



frente de 220 voltios. Un contacto móvil 70 establece contacto con -  
el devanado 67 a fin de proporcionar voltajes de corriente alterna -  
seleccionados. El devanado secundario 67 y su contacto móvil 70 es-  
tán conectados a un circuito de carga de corriente alterna 71, 72, -  
5 que incluye una carga eléctrica 73. Incluido también en el circuito  
de carga 71,72, hay otro resistor de carga 74 que se utiliza en cone-  
xión con un osciloscopio para indicar las condiciones eléctricas en  
la instalación de ensayo. Una resistencia de carga adicional 75 pue-  
de conectarse en paralelo a la resistencia de carga 73 mediante un -  
10 interruptor 76 para incrementar la carga total y por consiguiente el  
flujo de corriente en el circuito de carga 71, 72. Los dispositivos  
de control de circuitos en estado sólido de esta invención se conec-  
tan en serie en el circuito de carga 71,72 para controlar el flujo -  
de corriente en él, y, como se ilustra en la fig. 18, el dispositivo  
15 de control de circuito en estado sólido se designa por 10 y está co-  
nectado al circuito de carga mediante los conductores 13 y 14. Aun-  
que la fig. 18 incluye a efectos ilustrativos el dispositivo de con-  
trol de circuito en estado sólido de la fig. 1, también pueden utili-  
zarse en esta instalación de ensayo los otros dispositivos de con- -  
20 trol de circuitos en estado sólido de las figs. 2 a 17. Una fuente -  
de voltaje y corriente continua o alterna está adaptada para conec-  
tarse a través del dispositivo 10 de control de circuitos en estado  
sólido, ilustrándose como una batería 77 adaptada para conectarse a  
través del dispositivo 10 de control de circuitos en estado sólido -  
25 mediante un interruptor 78.

La instalación de ensayo de la fig. 18 incluye también un -  
osciloscopio destinado a mostrar mediante trazados adecuados las con-  
diciones eléctricas existentes en la instalación de ensayo. El osciloe-  
scopio incluye conexiones a través del secundario 67 del transforma-  
30 dor 65 para producir un trazado de tiempo-voltaje correspondiente al



voltaje de corriente alterna aplicado al circuito conductor por el -  
transformador, designándose esta conexión por 80 y "A" en la fig. 18  
y produciendo trazados 80 como se ilustra con líneas discontinuas en  
las figs. 19 a 21. El osciloscopio incluye también conexiones a tra-  
vés de la resistencia en serie 74 en el circuito de carga 71, 72 pa-  
5 ra producir un trazado de caída de tiempo-voltaje y por consiguiente  
un trazado de tiempo-corriente correspondiente al flujo de corriente  
en el circuito de carga, ilustrándose esta conexión en 81 y "B" en -  
la fig. 18, ilustrándose los trazados producidos por aquel con lí- -  
10 neas continuas en 81 en las figuras 19 a 21. El osciloscopio incluye  
también conexiones a través del dispositivo 10 de control de corrien-  
te en estado sólido, que se designan por "X eje V" y 82 y que respon-  
den a la caída de voltaje a través del citado dispositivo 10 de con-  
trol de circuitos en estado sólido. El osciloscopio incluye además -  
15 conexiones a través de la resistencia en serie 74, que se designan -  
por "Y eje I" y 83, cuyas conexiones responden al flujo de corriente  
a través del circuito de carga. Las conexiones 82 y 83 se comparan -  
en el osciloscopio para producir trazados 84 de voltaje-corriente de  
acuerdo con las existentes condiciones de voltaje y corriente que -  
20 afectan al dispositivo 10 de control de corriente en estado sólido,  
designándose tales trazados de voltaje-corriente por 84 en las figs.  
19 a 21.

Suponiendo que se incluye un dispositivo Hi-Lo en el cir-  
cuito de ensayo de la fig. 18, el interruptor 76 que controla al re-  
25 sistor de carga adicional 75, se mantiene abierto, y el interruptor  
78 se manipula para proporcionar la operación Hi-Lo. La operación -  
Hi-Lo se ilustra mediante las curvas de trazados 80, 81 y 84 de la -  
fig. 19. A efectos explicativos, se supone que el dispositivo Hi-Lo  
10 se encuentra en su estado de bloqueamiento cuando se inserta en -  
serie en el circuito de carga de ensayo 71, 72 y, como se muestra en  
30



la primera parte de la fig. 19, se bloquea el flujo de corriente a -  
través del dispositivo 10. La curva 80 de tiempo-voltaje muestra el -  
voltaje aplicado y la curva 81 de tiempo-corriente muestra que no flu  
ye ninguna corriente, ilustrándose esta última condición también por  
5 la curva 84 de voltaje-corriente extendida a lo largo del eje X ó V.  
Así, el dispositivo Hi-Lo tiene una elevada resistencia de bloquea- -  
miento y actúa como aislante para bloquear el flujo de corriente a -  
través del circuito de carga. Al manipularse el contacto 70 para in--  
crementar el voltaje aplicado, el dispositivo Hi-Lo 10 continúa blo--  
10 queando el flujo de corriente hasta el momento en que el voltaje apli-  
cado asiente a un valor umbral. Cuando esto ocurre, el dispositivo -  
Hi-Lo "se dispara" y cambia de modo sustancialmente instantáneo desde  
su estado de bloqueamiento a su estado conductor, en el que su resis-  
tencia a la conducción es disminuída a un valor tal que el dispositi-  
15 vo Hi-Lo 10 funciona sustancialmente como un conductor, permitiendo -  
el flujo de corriente a través del circuito de carga. Esta condición  
aparece ilustrada en la segunda parte de la fig. 19, en la que la cur-  
va 81 de tiempo-corriente se superpone a la curva 80 de tiempo-volta-  
je indicando un flujo de corriente sustancialmente completo a través  
20 del dispositivo. Esta condición se ilustra también por la curva 84 -  
de voltaje-corriente a lo largo del eje Y ó I. Cuando "se dispara", -  
el dispositivo Hi-Lo 10 continúa conduciendo por encima y debajo del  
citado valor umbral, como se ilustra en la tercera parte de la fig. -  
19, continuando este estado de conducción incluso cuando el voltaje -  
25 aplicado disminuye a cero o se suprime por entero.

Quando el voltaje aplicado es inferior al valor umbral y se  
cierra el interruptor 78 para aplicar un voltaje o corriente continua  
o alterna al dispositivo 10, este dispositivo es cambiado de modo sus-  
tancialmente instantáneo desde su estado conductor a su estado de blo-  
30 queamiento, como se ilustra en la cuarta parte de la fig. 19. Esta -



condición se muestra mediante las curvas, 80, 81 y 84. Aunque hay una ligera pendiente en las curvas 84 en la fig. 19, tal pendiente es tan pequeña que no se ha ilustrado en dicha fig. El voltaje o corriente -  
continua o alterna solo necesita ser momentáneamente aplicada para -  
5 causar el cambio sustancialmente instantáneo del dispositivo desde su estado conductor a su estado de bloqueamiento. En lugar del interruptor 78, puede utilizarse un reostato o potenciómetro para aplicar gradualmente el voltaje o corriente continua o alterna al dispositivo 10 cuyo dispositivo es cambiado de modo sustancialmente instantáneo a su  
10 estado de bloqueamiento cuando la señal aplicada alcanza un valor pre determinado. El dispositivo 10 permanece en su estado de bloqueamiento hasta el momento en que se eleva de nuevo el voltaje aplicado a su valor umbral. Así, el dispositivo Hi-Lo 10 es cambiado a su estado - conductor mediante la aplicación de un campo eléctrico (voltaje aplica  
15 do) superior a un valor umbral y se cambia a su estado de bloqueamiento cuando aquel campo eléctrico aplicado es inferior a su valor umbral aplicando un diferente campo eléctrico (voltaje o corriente continua o alterna). El dispositivo Hi-Lo 10 tiene una memoria sustancialmente completa, recordando su estado existente y no cambiándose de dicho es  
20 tado hasta el momento en que se le aplica el adecuado campo eléctrico.

Como ejemplo típico, un dispositivo Hi-Lo, formado con un - 50% de telurio y un 50% de germanio y con una superficie en la que se encuentran óxidos y con aplicación de electrodos de tungsteno a la su  
25 perficie del material semiconductor, tiene una resistencia de bloqueamiento de 50 millones de ohmios por lo menos y una resistencia a la conducción de un ohmio o menos. Para una carga de 10 varios aproximadamente, utilizando una resistencia de 1.000 ohmios aproximadamente, la aplicación de un voltaje umbral de unos 20 voltios de corriente alterna hace que el dispositivo "se dispare" y cambie a su estado con--  
30



309

ductor, y la aplicación momentánea de un impulso de corriente continua de 5 voltios aproximadamente a un voltaje de corriente alterna - aplicado de unos 15 voltios aproximadamente, hace que el dispositivo cambie a su estado de bloqueamiento. Incrementando los centros restrictivos de portadores de corriente, de las maneras indicadas en la parte primera de la descripción, se incrementa el valor umbral del voltaje aplicado requerido para "disparar" el dispositivo. Asimismo, si el citado dispositivo Hi-Lo está provisto de electrodos de oro en lugar de los electrodos de tungsteno, solo se requiere un impulso de corriente continua de unos 2 voltios para cambiar el dispositivo des de su estado conductor a su estado bloqueador. Mediante la adecuada selección de materiales y electrodos y mediante adecuado tratamiento de los materiales y aplicación de los electrodos a ellos, el dispositivo Hi-Lo puede construirse según especificaciones para adaptarse a casi cualquier requisito de características eléctricas.

La forma de funcionamiento del dispositivo porta-circuito - se ilustra por las curvas 80, 81 y 84 de la fig. 20. Aquí, el interruptor 78 se mantiene abierto y se manipula el interruptor 76 para cambiar la carga en el circuito de carga eléctrica y por consiguiente el flujo de corriente a través del dispositivo porta-circuito. Para explicar el funcionamiento del dispositivo porta-circuito, se supone que un dispositivo porta-circuito 10 va colocado en el circuito de ensayo mientras se encuentra en su estado conductor y mientras el campo eléctrico (voltaje de corriente alterna aplicado) es inferior a su valor umbral. Esto se ilustra por las curvas de la primera parte - de la fig. 20, en la que la curva de tiempo-corriente 81 se superpone a la curva 80 de tiempo-voltaje y en la que la curva compuesta 84 de voltaje-corriente se extiende a lo largo del eje Y ó I, indicando esto un flujo de corriente sustancialmente completo a voltajes aplicados inferiores al valor umbral. Si se incrementa entonces la carga en el



302450

circuito de carga, como por cierre del interruptor 76 para incrementar el flujo de corriente a través del dispositivo 10 corta-circuito, este dispositivo 10 cambia de manera sustancialmente instantánea desde su estado conductor a su estado bloqueador, como se ilustra en la

5 segunda parte de la fig. 20, en la que la curva 81 de tiempo-corriente y la curva 84 de voltaje-corriente ilustran ningún flujo de corriente. En lugar del interruptor 76, puede utilizarse un reostato o potenciómetro para incrementar gradualmente la carga y por consiguiente el flujo de corriente a través del dispositivo 10, cambiándose el

10 citado dispositivo 10 de modo sustancialmente instantáneo a su estado de bloqueamiento cuando el incremento en el flujo de corriente alcanza un valor predeterminado. El dispositivo corta-circuito permanecerá en su estado bloqueador mientras el voltaje aplicado sea inferior a su valor umbral, como se muestra en la tercera parte de la

15 fig. 20, lo cual ocurre así aún cuando el voltaje aplicado sea totalmente suprimido.

Sin embargo, cuando se incrementa el voltaje aplicado por encima del valor umbral, el dispositivo corta-circuito 10 "se dispara" y cambia de modo sustancialmente instantáneo desde su estado

20 bloqueado a su estado conductor, como se ilustra en la cuarta parte de la fig. 20, en la que la curva 81 de tiempo-corriente se superpone a la curva 80 de tiempo-voltaje y la curva compuesta 84 de voltaje-corriente se extiende a lo largo del eje Y ó I. Aunque hay una ligera pendiente en las curvas 84 de la fig. 20, tal pendiente es tan

25 pequeña que no se ha ilustrado en dicha fig. 20. Así, el dispositivo corta-circuito tiene memoria, recordando sus estados bloqueador y conductor, cambiándose de modo sustancialmente instantáneo desde su estado conductor a su estado bloqueador mediante la imposición de un

30 campo eléctrico (incremento de corriente) y cambiándose desde su estado bloqueado a su estado conductor mediante la imposición de otro



302450

campo eléctrico (aplicando un voltaje superior al valor umbral).

Como ejemplo típico, un dispositivo corta-circuito formado con un 50% de telurio y un 50% de germanio y con su superficie tratada al chorro de arena y oxidada con ácido nítrico y luego clorada, teniendo electrodos de tungsteno aplicados a la superficie del material semiconductor, tiene una resistencia al bloqueamiento de 50 millones de ohmios por lo menos y una resistencia a la conducción de un ohmio aproximadamente o menos. Para una carga de 10 vatios aproximadamente, utilizando una resistencia de 1.000 ohmios aproximadamente, la aplicación de un voltaje umbral de unos 50 voltios de corriente alterna, hace que el dispositivo "se dispare" y cambie a su estado conductor. Cuando el dispositivo está conduciendo a la citada carga con un voltaje aplicado de unos 45 voltios, el flujo de corriente puede ser superior a 2.000 miliamperios, y un incremento en el flujo de corriente debido a un incremento en la carga eléctrica, en las proximidades de 100 miliamperios, hace que el dispositivo cambie de modo sustancialmente instantáneo desde su estado de conducción a su estado de bloqueamiento. Asimismo, si el citado dispositivo corta-circuito está provisto de electrodos de oro en lugar de electrodos de tungsteno, un incremento en el flujo de corriente de solo algunos miliamperios es suficiente para cambiar el dispositivo desde su estado conductor a su estado bloqueador. Los dispositivos corta-circuito pueden utilizarse también como dispositivos Hi-Lo, si se desea. Mediante la adecuada selección de materiales y electrodos y mediante el adecuado tratamiento de los materiales y aplicación de los electrodos a ellos, los dispositivos corta-circuito pueden construirse según especificaciones para adaptarse a casi cualquier requisito de características eléctricas.

En la fig. 21 se ilustra el modo de funcionamiento del dispositivo de control de corriente de esta invención, como dispositivo

302450<sup>2</sup>



de mecanismo. Aquí, el dispositivo de mecanismo, cuando se coloca en la instalación de ensayo se encuentra en su estado bloqueador y bloquea el flujo de corriente a través del circuito de carga, como se muestra por las curvas 80, 81 y 84 en la primera parte de la fig. 21.

5 Continuará bloqueando el flujo de corriente, mientras el voltaje aplicado sea inferior a un valor umbral superior. Sin embargo, cuando se incrementa el voltaje aplicado al valor umbral por lo menos, el dispositivo de mecanismo "se dispara" y se cambia de modos sustancialmente instantáneo desde su estado bloqueador a su estado conductor, como se indica por las curvas 80, 81 y 84 en la segunda parte

10 de la fig. 21. Sin embargo, como se muestra en 85, en la curva 81 de tiempo-corriente y en la curva 84 de voltaje-corriente, no hay ninguna conducción absolutamente completa en todos los ciclos de corriente alterna completos. Se supone que esto se debe a que el dispositivo de mecanismo tiende en todo momento a cambiar desde su estado conductor a su estado bloqueador y lo hace cuando la corriente retrocede a

15 cero en el ciclo de corriente alterna. Al disminuirse el voltaje aplicado desde su valor umbral superior, los puntos 85 de las curvas 81 y 84 resultan más pronunciados, como se ilustra en la tercera parte de la fig. 21, y de esta manera se modula el flujo de corriente con un porcentaje en desconexión respecto a conexión, de acuerdo con

20 la magnitud de la disminución del voltaje aplicado por debajo del valor umbral superior. La dirección del trazado 84 de voltaje-corriente se indica mediante las flechas en la tercera parte de la fig. 21, observándose aquí que el dispositivo tiene una característica negativa de voltaje-corriente que es completamente simétrica para la primera y segunda mitades del voltaje aplicado alternante. Las porciones

25 de la curva 84 entre los puntos 85 sobre la horizontal y la vertical (la característica negativa de voltaje-corriente) son atravesadas tan rápidamente que hay una conmutación sustancialmente instantánea desde

30

30.



el estado de bloqueamiento al estado de conducción y, aunque se muestran trazados dobles en la tercera parte de la fig. 21 para ilustrar la dirección de los trazados, tales trazados se superponen de hecho entre sí, como se ilustra en la segunda parte de la fig. 21. Se observa también en las partes segunda y tercera de la fig. 21 que las curvas 84 de corriente verticales no tienen sustancialmente ninguna pendiente y que se conduce corriente hasta que ésta se aproxima a cero en el ciclo de corriente alterna. Así, el dispositivo de mecanismo tiene una corriente de retención sustancialmente "cero".

10 Cuando el voltaje aplicado se disminuye a un valor umbral inferior, el dispositivo de mecanismo cambia de manera sustancialmente instantánea desde su estado conductor, como se ilustra por las curvas 80, 81 y 84 en la cuarta parte de la fig. 21. El dispositivo permanecerá en su estado de bloqueamiento hasta el momento en que el  
15 voltaje aplicado se incremente de nuevo por lo menos a su valor umbral superior. Así, el dispositivo de mecanismo no tiene generalmente una memoria completa cuando se hace conductor mediante un voltaje de corriente alterna, como es el caso en los dispositivos Hi-Lo y corta-circuito. El campo eléctrico que cambia el dispositivo de mecanismo desde su estado de bloqueamiento a su estado conductor es el  
20 voltaje aplicado mayor que un valor umbral superior, y el campo eléctrico que cambia el dispositivo desde su estado conductor a su estado bloqueador es la disminución del voltaje aplicado a un valor umbral inferior.

25 Sin embargo, como anteriormente se describe, se ha observado que cuando el dispositivo de mecanismo con memoria se encuentra en su estado conductor como se ilustra en las porciones segunda y tercera de la fig. 21, y cuando el resistor de carga 73 se incrementa sustancialmente para disminuir sustancialmente el flujo de corriente a través del dispositivo, este tiende a hacerse un conductor  
30



completo, tal como se ilustra en las porciones 2ª y 3ª de la fig. 19, tendiendo a permanecer de modo sustancialmente indefinido en tal estado conductor cuando se disminuye a cero el voltaje de corriente alterna aplicado. Asimismo, como queda descrito, se ha observado que cuando el dispositivo de mecanismo se encuentra en su estado conductor, - como se ilustra en las porciones 2ª y 3ª de la fig. 21, se aplica también un voltaje polarizador de corriente continua, ya sea continuamente o en un impulso por la batería 77, y el valor o estado de resistencia del dispositivo en su estado conductor se incrementa de acuerdo - con la intensidad de la polarización de corriente continua. Este incrementado valor o estado de resistencia se ilustra por las curvas discontinuas 86 y 87 en las porciones 2ª y 3ª de la fig. 21. Cuando se suprimen el voltaje de corriente alterna y la polarización de corriente continua, el dispositivo tiene memoria de ese valor de resistencia y permanece en ese estado.

Como ejemplo, un típico dispositivo de mecanismo incluye una mezcla en polvo de un 72,6% de telurio, un 13,2% de galio y un 14,2% de arsénico, que ha sido consolidada, calentada hasta su fusión, lentamente enfriada, fragmentada en piezas y transformada en pastillas mediante pulimento en aire a la forma adecuada, poseyendo electrodos de tungsteno aplicados a las superficies de cada pastilla. Tal dispositivo de mecanismo tiene una elevada resistencia al bloqueamiento de 50 millones de ohmios por lo menos y una baja resistencia a la conducción, como se indica por la baja caída de voltaje a través del dispositivo. Tiene también un voltaje umbral superior de unos 60 voltios y un voltaje umbral inferior de unos 55 voltios. Si tales pastillas no se pulimentan, el dispositivo de mecanismo tiene un voltaje umbral superior de unos 150 voltios y un voltaje umbral inferior de unos 140 voltios. Cuando se utilizan electrodos de aluminio en los dispositivos de mecanismo, hay una mayor tendencia a que tales dispositivos cambien a sus estados de blo-

102450



queamiento, con el resultado de que dichos dispositivos presentan un mayor nivel de modulación de corriente entre los valores superior e inferior del voltaje aplicado. Esto se ejemplificaría en la tercera parte de la fig. 21 mediante una expansión de los puntos 85 en las -  
5 curvas 81 y 84 antes de que el dispositivo sea cambiado de modo sustancialmente instantáneo desde su estado conductor a su estado bloqueador.

Se observa también que cuando los dispositivos de mecanismo con memoria se inclinan hacia un material semiconductor de un 50%  
10 sustancialmente de telurio y un 50% de germanio, pueden ser pulsados a desconexión mediante un incrementado flujo de corriente o la imposición de un voltaje o corriente continua o alterna, como en el caso de los dispositivos corta-circuito e Hi-Lo, respectivamente. Un ejemplo de dispositivo de mecanismo que puede operarse como un dispositivo  
15 vo corta-circuito, es uno que tenga sustancialmente un 55% de telurio y un 45% de germanio con electrodos de tungsteno. Un ejemplo de dispositivo de mecanismo que puede operarse como dispositivo Hi-Lo, es uno que tenga sustancialmente un 45% de telurio y un 55% de germanio, con electrodos de tungsteno. Cuando se utilizan electrodos de aluminio,  
20 nio, los dispositivos pueden pulsarse más fácilmente a desconexión. Cuando se utilizan un electrodo de tungsteno y un electrodo de aluminio, se observa que hay una mayor resistencia al flujo de corriente en un semiciclo que en el otro semiciclo del flujo de corriente alterna, lo cual permite una más fácil pulsación a desconexión de los  
25 dispositivos con una mínima disminución en el flujo de corriente total. Mediante la adecuada selección de materiales y electrodos, y mediante tratamiento adecuado de los materiales y aplicación de los electrodos a ellos, los dispositivos de mecanismo pueden producirse según especificaciones para adaptarse a casi cualquier requisito de  
30 características eléctricas.

302450



Las adiciones a los diversos materiales semiconductor en estado sólido de arsénico, azufre, fósforo, antimonio, arseniuros, sulfuros, fosfuros, y antimoniuros, parece tener el efecto de estabilizar los materiales semiconductores, suponiéndose que tienen también el efecto de incrementar los centros restrictivos de portadores de corriente y/o disminuir o inhibir las fuerzas de cristalización. Pueden seleccionarse como se desee, y muchos de ellos han sido aludidos en las citadas descripciones de los materiales semiconductores. Las inclusiones de oro, níquel, hierro, manganeso, aluminio, cesio y metales alcalinos y alcalino-térreos se difunden fácilmente en los materiales semiconductores y se supone que tienen también tendencia a incrementar los centros restrictivos de portadores de corriente en aquellos y/o a disminuir o inhibir las fuerzas de cristalización. También pueden seleccionarse como se desee y muchos de ellos han sido aludidos también en las anteriores descripciones de los materiales semiconductores. No se sabe con precisión por que estos diversos dispositivos de control de corriente funcionan de las maneras anteriormente descritas, pero se han realizado varios intentos en la parte primera de esta descripción para establecer posibles teorías sobre tales operaciones.

La fig. 22 es un diagrama esquemático de instalación eléctrica de una disposición de circuito para cambiar los dispositivos de control de corriente en estado sólido Hi-Lo y corta-circuito del tipo de memoria, desde sus estados bloqueadores a sus estados conductores y viceversa. Aquí, los conductores 13 y 14 de los dispositivos de control de circuitos, tales como el dispositivo 10, pueden aplicarse a terminales 91 y 92 para aplicar un voltaje de corriente continua a ellos para cambiar el dispositivo desde su estado bloqueador a su estado conductor, pudiéndose aplicar a terminales 92 y 93 para cambiar el dispositivo desde su estado conductor a su estado bloquea



dor. La disposición de circuito de la fig. 22 es energizada desde -  
los terminales 94 y 95, que pueden conectarse a una fuente de ener-  
gía eléctrica de corriente continua variable, que tenga por ejemplo  
un voltaje máximo de unos 200 voltios. El terminal 94 se conecta a -  
5 través de los resistores 96 y 97 al terminal 95, teniendo el resis-  
tor 96, por ejemplo, un valor de 100K y teniendo el resistor 97, por  
ejemplo un valor de 10K. El terminal 94 está también conectado a tra-  
vés de un resistor 98 al terminal 91, teniendo este resistor, por -  
ejemplo, un valor de 10K. El terminal 92 está conectado a la unión -  
10 entre los resistores 96 y 97 y el terminal 93 está directamente co-  
nectado al terminal 95. Un condensador 99, que tiene por ejemplo un  
valor de 10MF, está conectado a través de los terminales 92 y 93 en  
paralelo con el resistor 97.

Se ve pues que cuando los conductores 13 y 14 del disposi-  
15 tivo 10 entran en contacto con los terminales 91 y 92, se aplica un  
voltaje de corriente continua superior a un valor umbral al disposi-  
tivo 10 para cambiarlo de modo sustancialmente instantáneo desde su  
estado de bloqueamiento a su estado de conducción. Este voltaje solo  
necesita aplicarse momentáneamente y por consiguiente solo es neces-  
20 rio tocar los terminales 91 y 92 con los conductores 13 y 14. Se ve  
también que cuando los conductores 13 y 14 del dispositivo 10, que -  
se encuentra entonces en su estado conductor, entran en contacto con  
los terminales 92 y 93, se descarga el condensador 99 y se hace fluir  
una sustancial corriente continua a través del dispositivo 10 para -  
25 cambiarlo de modo sustancialmente instantáneo desde su estado conduc-  
tor a su estado bloqueador. Aquí, de nuevo, la corriente solo necesi-  
ta imponerse momentáneamente y por consiguiente la conmutación del -  
dispositivo desde su estado conductor a su estado bloqueador puede -  
efectuarse simplemente tocando con los conductores 13 y 14 los termi-  
30 nales 92 y 93. Los dispositivos 10 Hi-Lo y corta-circuito, como se -

302450



indica anteriormente, tienen una memoria completa y de larga duración de manera que pueden acondicionarse selectivamente para sus estados - bloqueador y conductor y almacenarse en tales estados. El dispositivo de mecanismo con memoria puede conmutarse también desde su estado 5 bloqueador a su estado conductor tocando con sus conductores 13 y 14 los terminales 91 y 92 para que, como se describe anteriormente, se haga asumir al dispositivo de mecanismo su estado conductor mediante la aplicación de un voltaje de corriente continua al mismo, teniendo dicho dispositivo de mecanismo memoria y permaneciendo en su estado 10 conductor. Sin embargo, para conmutar el dispositivo de mecanismo a su estado bloqueador con memoria, es necesario imponer un voltaje de corriente alterna al mismo. Así, los conductores 13 y 14 del dispositivo de mecanismo no serían puestos en contacto con los terminales - 92 y 93 para este fin, sino que por el contrario se pondrían en contacto con terminales que tuviesen aplicado un voltaje de corriente - 15 alterna. Todos estos dispositivos que tienen estos estados de memoria conductora y bloqueadora controlables están admirablemente adecuados para dispositivos de memoria destinados a su empleo en dispositivos de lectura interna y lectura externa en computadoras y similares, - 20 siendo especialmente así por cuanto pueden conmutar directamente circuitos de carga eléctrica de alta energía y eliminar la necesidad de circuitos de carga eléctrica de baja energía y amplificadores relacionados, como actualmente se requieren.

La fig. 23 es un diagrama esquemático de instalación eléctrica de una típica disposición de circuito de carga que utiliza un 25 dispositivo Hi-Lo del tipo de 2 electrodos, tal como se ilustra en las figs. 1 a 11. Aquí, se conecta un par de terminales 100 y 101 a una fuente variable de energía eléctrica, tal como una fuente de corriente alterna de 100 voltios. El circuito de carga incluye una carga 30 eléctrica 102, conectada mediante conductores 103 y 104 a los ter

302450



minales 100 y 101. La carga eléctrica 102 puede ser cualquiera deseada, tal como un dispositivo calentador, un devanado de motor, un solenoide, etc. Un dispositivo de control de corriente en estado sólido del tipo Hi-Lo, tal como el dispositivo 10, se conecta en serie en el circuito de carga eléctrica 103, 104 mediante sus conductores 13 y 14. Una fuente de voltaje o corriente continua o alterna, tal como una batería 105, va conectada a través del dispositivo 10 de control de corriente y es controlada por un interruptor 106 conectado en serie.

10 Cuando el voltaje aplicado a los terminales 100 y 101 se incrementa por encima de un valor umbral, el dispositivo 10 es cambiado de modo sustancialmente instantáneo a su estado conductor y por consiguiente fluye corriente a través del circuito de carga eléctrica 103, 104 para energizar a la carga eléctrica 102. Cuando el voltaje aplicado disminuye por debajo del valor umbral, el dispositivo 10 de control de corriente permanece en su estado conductor de manera que continúa energizando a la carga eléctrica 102. Si se cierra entonces el interruptor 106, y el cierre solo necesita ser momentáneo, la batería 105 impone un voltaje y una corriente a través del dispositivo 10 para cambiar de modo sustancialmente instantáneo dicho dispositivo a su estado bloqueador, con lo que el flujo de corriente a través del circuito de carga eléctrica 103, 104 queda interrumpido y se desenergiza la carga eléctrica 102. Así, manipulando el valor del voltaje aplicado y el interruptor 106, la carga eléctrica 102 puede energizarse y desenergizarse a voluntad. Esto proporciona un medio conveniente y sencillo de control a voluntad de un circuito de carga eléctrica de alta energía por medio de señales de control de baja energía. En lugar de utilizar el interruptor 106, la señal aplicada puede variarse gradualmente y cuando alcanza un valor predeterminado el dispositivo se conmuta automáticamente a su estado bloqueador.



La fig. 24 es un diagrama esquemático parcial de instalación eléctrica, correspondiente al de la fig. 23, que ilustra una típica disposición de circuito de carga que utiliza un dispositivo Hi-Lo del tipo de 3 electrodos, tal como los dispositivos de las figs. 14 a 17. Aquí, el dispositivo, tal como el 51, está conectado en serie al circuito de carga 103 mediante los conductores 13 y 14 y la fuente de voltaje y corriente continua o alterna, tal como la batería 105 controlada por el interruptor 106, está conectada al conductor 14 y al conductor de control 48. La disposición de la fig. 24 funciona sustancialmente de igual manera que la de la fig. 23 y por consiguiente no se considera necesaria otra descripción.

La fig. 25 es un diagrama esquemático parcial correspondiente al de la fig. 23 e ilustra una típica disposición de circuito de carga que utiliza un dispositivo eléctrico Hi-Lo del tipo de 4 electrodos, tal como los dispositivos de las figs. 12 y 13. Aquí, el dispositivo, tal como el 46, está conectado en serie al circuito 103 de carga eléctrica mediante los conductores 13 y 14 y la fuente de voltaje y corriente continua o alterna, tal como la batería 105 controlada por el interruptor 106, está conectada a los conductores 48 y 50 del dispositivo 46. La disposición de la fig. 25 funciona sustancialmente de igual manera que la disposición de la fig. 23 y por consiguiente no se hará otra descripción.

La fig. 26 es un diagrama esquemático de instalación eléctrica de una típica disposición de circuito de carga que utiliza un dispositivo corta-circuito tal como el ilustrado en las figs. 1 a 11. Aquí, el dispositivo de control de corriente semiconductor en estado sólido, tal como el dispositivo 10, está conectado en serie al circuito de carga 103, 104 mediante los conductores 13 y 14. El dispositivo corta-circuito 10, cuando se inserta en el circuito de carga, se encuentra en su estado conductor y el voltaje aplicado a los termina



les 100 y 101 es inferior al valor umbral requerido para conmutar -  
de modo sustancialmente instantáneo el dispositivo 10 desde su esta-  
do bloqueador a su estado conductor. Cuando el flujo de corriente a  
través del circuito de carga 103, 104 se incrementa, como por ejem-  
5 plo por un incremento en la carga 102, el dispositivo 10 se conmuta  
de modo sustancialmente instantáneo desde su estado conductor a su es-  
tado bloqueador, interrumpiendo el flujo de corriente a través del  
circuito de carga 103, 104. Así, el dispositivo 10 funciona como un  
verdadero corta-circuito para proteger al circuito de carga contra  
10 sobrecargas.

A fin de incrementar el voltaje aplicado al dispositivo -  
corta-circuito 10, para cambiar de modo sustancialmente instantáneo  
al mismo desde su estado bloqueador a su estado conductor y reajus-  
tar por consiguiente al dispositivo, el devanado secundario 110 de -  
15 un transformador 108 que tiene un devanado primario 109 está conecta-  
do en serie en el circuito de carga 103, 104. El devanado primario -  
109 está conectado a través de un interruptor 111, 112 de impulso -  
simple y doble polo a los terminales 100 y 101. El transformador 108  
está construido de tal manera que el voltaje producido en el devana-  
20 do secundario 110 tras el cierre del interruptor 111, 112, se encuen-  
tra en fase con el voltaje aplicado a los terminales 100 y 101. Así,  
el voltaje del transformador se suma al voltaje producido en los ter-  
minales 100 y 101 proporcionando un voltaje resultante a través del  
dispositivo corta-circuito 10, que es superior al valor umbral reque-  
25 rido para conmutar el dispositivo 10 desde su estado bloqueador a su  
estado conductor. De esta forma, la manipulación del interruptor 111,  
112 proporciona un medio sencillo para cambiar o reajustar al disposi-  
tivo corta-circuito 10 desde su estado bloqueador a su estado con-  
ductor.

30 <sup>u</sup>a fig. 27 es un diagrama esquemático de instalación eléc-



trica de un típico circuito de carga que utiliza un dispositivo de -  
mecanismo del tipo de dos electrodos, ilustrado en las figs. 1 a 11.  
Aquí, el dispositivo de mecanismo, tal como el dispositivo 10, está  
conectado en serie en el circuito de carga 103, 104 mediante los con-  
ductores 13 y 14. El voltaje aplicado a los terminales 100 y 101 es  
de un valor comprendido entre el valor umbral superior que funciona  
cambiando de modo sustancialmente instantáneo al dispositivo 10 des-  
de su estado bloqueador a su estado conductor, y el valor umbral in-  
ferior, que funciona cambiando de modo sustancialmente instantáneo al  
dispositivo 10 desde su estado conductor a su estado bloqueador. A -  
fin de proporcionar voltajes superiores al valor umbral superior y -  
voltajes inferiores al valor umbral inferior, para conmutar el dispo-  
sitivo 10 entre sus estados bloqueador y conductor, el devanado se-  
cundario 116 de un transformador 115, que tiene un devanado primario  
117, está conectado en serie al circuito de carga 103, 104. El deva-  
nado primario 117 está conectado a través de un interruptor reversi-  
ble 118, 119 de impulso doble y doble polo, a los terminales 100 y  
101.

El interruptor reversible 118, 119 funciona invirtiendo la  
fase del voltaje aplicado al circuito de carga por el devanado secun-  
dario 116 del transformador 115. Cuando el interruptor reversible -  
118, 119 se encuentra en una posición, el voltaje aplicado por el de-  
vanado secundario 116 está en fase y se suma al voltaje aplicado a -  
los terminales 100 y 101, con el resultado de que el voltaje total -  
aplicado al dispositivo 10 es superior al valor umbral superior, ha-  
ciendo que el dispositivo 10 cambie de modo sustancialmente instantá-  
neo desde su estado de bloqueamiento a su estado conductor. Cuando -  
se mueve el interruptor reversible 118, 119 a su otra posición, el -  
voltaje aplicado al circuito de carga por el devanado secundario 116  
se encuentra en fase opuesta y se opone al voltaje aplicado a los -

27



terminales 100 y 101. Como resultado, el resultante voltaje aplicado a través del dispositivo 10 disminuye por debajo del valor umbral inferior y el dispositivo 10 cambia de modo sustancialmente instantáneo desde su estado conductor a su estado bloqueador. Así, manipulando el interruptor reversible 118, 119, el dispositivo 10 puede cambiarse de modo sustancialmente instantáneo entre sus estados bloqueador y conductor para abrir y cerrar al circuito de carga 103, 104.

La fig. 28 es un diagrama esquemático de instalación eléctrica de una típica disposición de circuito de carga que utiliza un dispositivo de mecanismo del tipo de dos electrodos, ilustrado en las figs. 1 a 11, y que funciona como circuito lógico, tal como un circuito canalizador "Y". Aquí, el dispositivo de mecanismo, tal como el dispositivo 10, está conectado en serie al circuito de carga 103, 104 mediante los conductores 13 y 14. Sin embargo, el circuito de carga 103 es energizado por el devanado secundario 123 de un transformador 122 que tiene un par de devanados primarios 124 y 125. Los devanados primarios 124 y 125 están enrollados de tal modo respecto al devanado secundario 123 que son de efecto aditivo al producir un voltaje en el devanado secundario 123. Cuando ambos devanados primarios 124 y 125 son energizados, el voltaje producido por el devanado secundario 123 es mayor que el valor umbral superior, de modo que cambia sustancialmente de forma instantánea al dispositivo 10 desde su estado bloqueador a su estado conductor para cerrar el circuito de carga 103, 104. Sin embargo, si uno u otro, o ambos, de los devanados primarios 124 y 125 no están energizados, el voltaje producido por el devanado secundario 123 es menor que el valor umbral inferior, de manera que se cambia de modo sustancialmente instantáneo el dispositivo 10 desde su estado conductor a su estado bloqueador, bloqueando el flujo de corriente a través del circuito de carga 103, 104. Así, la disposición de circuito de carga de la



5 fig. 28 forma un simple circuito lógico, tal como un circuito canalizador "Y", que requiere una energización simultánea de ambos devanados primarios 124 y 125 a fin de energizar la carga eléctrica 102. Tal circuito es particularmente útil en dispositivos computadores y similares. Si se desea pueden proporcionarse adicionales devanados primarios que requieran una energización simultánea de todos ellos a fin de energizar la carga eléctrica.

10 La fig. 29 es un diagrama esquemático de instalación eléctrica de una típica disposición de circuito de carga que utiliza un dispositivo de mecanismo del tipo de cuatro electrodos, como se ilustra en las figs. 12 y 13. Aquí, el dispositivo de mecanismo, tal como el dispositivo 46 está conectado en serie al circuito de carga 103, 104 mediante los conductores 13 y 14. Los conductores de control 48 y 50 del dispositivo 46 están conectados al devanado secundario 128 de un transformador 127 que tiene devanados primarios 129 y 130. El devanado primario 129 está conectado a través de un interruptor 131 a un par de terminales 132 y 133, que están a su vez conectados a una fuente de voltaje de la misma fase que la fuente de voltaje aplicada a los terminales de carga 100 y 101. El devanado primario 130 está conectado a través de un interruptor 134 a un par de terminales 133 y 135, que a su vez están conectados a una fuente de voltaje de una fase opuesta a la de la fuente de voltaje aplicada a los terminales de carga 100 y 101. Los interruptores 131 y 134 están alineados de tal manera que cuando uno se cierra el otro se abre. El voltaje aplicado a los terminales de carga 100 y 101 es de un valor inferior al voltaje umbral superior del dispositivo 46 y superior al valor umbral inferior del citado dispositivo.

25 Así , cuando el interruptor 134 se cierra y el interruptor 131 se abre, el voltaje aplicado al dispositivo 46 por el devanado secundario 128 del transformador 127 se opone al voltaje aplicado -

30



desde los terminales de carga 100 y 101 al dispositivo 46. Como re-  
sultado, el voltaje total resultante aplicado al dispositivo 46 es -  
menor que el valor umbral inferior, y el dispositivo 46 es cambiado  
de modo sustancialmente instantáneo desde su estado conductor a su -  
5 estado bloqueador interrumpiendo el flujo de corriente en el circui-  
to de carga 103 y 104. Por otra parte, cuando se cierra el interrup-  
tor 131 y se abre el interruptor 134, el voltaje producido por el de-  
vanado secundario 128 y aplicado al dispositivo 46 se suma al volta-  
je aplicado al dispositivo 46 por los terminales de carga 100 y 101.  
10 Como resultado, el resultante voltaje aplicado al dispositivo 46 es  
mayor que el valor umbral superior y el dispositivo 46 cambia de mo-  
do sustancialmente instantáneo desde su estado bloqueador a su esta-  
do conductor permitiendo el flujo de corriente a través del circuito  
de carga 103, 104. Así, la disposición de la fig. 29 produce sustan-  
15 cialmente los mismos resultados que la disposición de la fig. 27, pe-  
ro utiliza un tipo de dispositivo de 4 electrodos y un transformador  
aislado.

La fig. 30 es un diagrama esquemático parcial de instala-  
ción eléctrica, similar al de la fig. 29, ilustrando una típica dis-  
20 posición de circuito de carga que utiliza un dispositivo de mecanis-  
mo del tipo de 3 electrodos ilustrado en las figs. 14 a 17. Aquí, el  
dispositivo, tal como el 51, está conectado por los conductores 13 y  
14 en serie al circuito de carga 103. El devanado primario 128 del -  
transformador está conectado al conductor 13 y al conductor de con-  
25 trol 48. La disposición de la fig. 30 funciona de igual manera que -  
la disposición de la fig. 29 y por consiguiente no se considera nece-  
saria otra descripción.

Aunque la disposición de la fig. 26 se ha descrito anterior-  
mente como disposición corta-circuito que responde a incrementadas -  
30 condiciones de carga en el circuito de carga 103, 104 para abrirlo tras



5 un incremento de carga, tal disposición puede utilizarse también co-  
mo disposición de mecanismo para producir los resultados obtenidos -  
por las disposiciones de las figs. 27, 29 y 30. A este respecto, el  
dispositivo 10 que está conectado en serie al circuito de carga me-  
diante los conductores 13 y 14, es un dispositivo de mecanismo que -  
tiene un valor umbral de voltaje superior para cambiar de modo sus-  
tancialmente instantáneo al dispositivo desde su estado bloqueador a  
su estado conductor, y un valor inferior de umbral de voltaje para -  
cambiar de modo sustancialmente instantáneo al dispositivo desde su  
10 estado conductor a su estado bloqueador. Aquí, el voltaje aplicado a  
los terminales 100 y 101 es menor que su valor umbral inferior, de -  
manera que el dispositivo 10 normalmente bloquea el flujo de corrien-  
te a través del circuito de carga 103, 104. Sin embargo, cuando se -  
cierra el interruptor 111, 112, el resultante voltaje aplicado al dis-  
15 positivo 10 es mayor que el valor umbral superior para cambiar de  
modo sustancialmente instantáneo al dispositivo 10 desde su estado -  
bloqueador a su estado conductor. Como resultado, el dispositivo de  
mecanismo 10 es conmutado entre sus estados bloqueador y conductor -  
mediante la simple manipulación del interruptor 111, 112.

20 La disposición de la figura 26, que utiliza el dispositivo de  
mecanismo descrito anteriormente, puede funcionar también como cir-  
cuito lógico similar al de la fig. 28 ó como circuito de conmuta-  
ción de proximidad. Respecto al funcionamiento del circuito lógico o  
circuito canalizador "Y", el transformador 122 de la fig. 28 puede -  
25 emplearse en lugar del transformador 108 de la fig. 26, incluyéndose  
el devanado secundario 123 en el circuito de carga 103, 104 de la -  
fig. 26. En esta disposición, la energización simultánea de los deva-  
nados primarios 124 y 125 se requeriría para reforzar el voltaje a-  
plicado superior al valor umbral superior para disparar al disposi-  
30 tivo 10 a su estado conductor, y si uno u otro, o ambos, de los deva-



5 nados primarios 124 y 125 fuesen desenergizados, el voltaje aplica-  
do descendería por debajo del valor umbral inferior cambiando al dis-  
positivo 10 a su estado bloqueador. Respecto al funcionamiento del  
circuito conmutador de proximidad, el devanado primario 109 del  
transformador 108 de la fig. 26 se conectaría directamente a los  
terminales 106 y 101 y la construcción en núcleo del transformador  
sería movida para controlar el acoplamiento entre los devanados pri-  
mario y secundario 109 y 110. Cuando la construcción en núcleo se en-  
cuentra en una posición desacopladora, el voltaje aplicado sería me-  
10 nor que el valor umbral inferior, y cuando la construcción en núcleo  
se encuentra en una posición acopladora, el voltaje aplicado sería -  
mayor que el valor umbral superior. Así, manipulando la construcción  
en núcleo del transformador, puede cerrarse y abrirse a voluntad el  
circuito de carga 103, 104, proporcionando así una simple y efectiva  
15 construcción conmutadora de proximidad.

La fig. 31 es un diagrama esquemático de instalación eléctrica  
de otra típica disposición de circuito de carga, que utiliza un dis-  
positivo de mecanismo del tipo de 3 electrodos como se ilustra en  
las figs. 14 a 17. Aquí, el dispositivo, tal como el 58 de la fig.  
17, está conectado por conductores 13 y 14 en serie al circuito de -  
carga 103, 104. El conductor de control 48 está conectado a través -  
de un resistor 137 y un interruptor 138 a un extremo de un devanado  
secundario 139 de un transformador 140, estando conectado el otro -  
extremo del devanado secundario 139 al conductor 13, pero si se desea  
25 puede conectarse al conductor 14 en lugar de al conductor 13, propor-  
cionando una u otra conexión un adecuado funcionamiento. El devanado  
primario 141 del transformador 140 está conectado a una adecuada -  
fuente de corriente alterna de la misma frecuencia que la fuente de  
corriente alterna para el circuito de carga 103, 104 y, si se desea,  
30 puede conectarse a la misma fuente, siendo la consideración importan-  
te el que la señal de corriente alterna aplicada a los conductores 48

302450

27



y 13 esté en fase con la señal de corriente alterna aplicada a los -  
conductores 13 y 14 a través del circuito de carga 103, 104. Asímis-  
mo, la señal de corriente alterna puede aplicarse al conductor 48 -  
desde el conductor 13 a través de un resistor y un interruptor, sien-  
do controlada la señal por el interruptor o mediante la variación de  
5 la resistencia del resistor. El voltaje de corriente alterna aplicado  
al circuito de carga 103, 104 es menor que el valor umbral inferior,  
como por ejemplo de 30 voltios, y cuando el interruptor 138 se en-  
cuentra en su posición abierta, el dispositivo 58 está en su estado  
10 bloqueador y no fluye corriente por el circuito de carga. Sin embar-  
go, cuando se cierra el interruptor 138, se aplica un voltaje de co-  
rriente alterna, como por ejemplo de 9 voltios, a través del resis-  
tor 137 y de los conductores 13 y 48 al dispositivo 58, siendo el --  
voltaje efectivo total aplicado al dispositivo 58 mayor que el valor  
15 umbral superior, y como resultado, el dispositivo cambia a su estado  
conductor permitiendo el flujo de corriente en el circuito de carga.  
Cuando se abre de nuevo el interruptor 138, cambia de nuevo el dispo-  
sitivo a su estado bloqueador interrumpiendo el flujo de corriente -  
en el circuito de carga. Así, aplicando e interrumpiendo alternativa-  
20 mente el voltaje de corriente alterna al dispositivo 58 a través de  
los conductores de control 48 y 13, el dispositivo puede cambiarse -  
entre sus estados conductor y bloqueador para "conmutar" el flujo de  
corriente en el circuito de carga de voltaje relativamente alto por  
medio de un circuito de control de voltaje relativamente bajo.

25 Como se indica en la primera parte de esta descripción, la  
corriente a través de los dispositivos de mecanismo de esta invención  
continúa fluyendo hasta que la corriente instantánea alcanza un valor  
sustancialmente cero. Por consiguiente, tales dispositivos son admi-  
rablemente adecuados para dispositivos de control destinados a contro-  
30 lar circuitos de carga que tengan cargas inductoras, evitando la acu-



302450

mulación de "golpes" inductores y proporcionando una conmutación "sin transición". Estos dispositivos son también admirablemente adecuados para su empleo como supresores de subidas bruscas de voltaje en los ordinarios circuitos de carga controlados por otro equipo. Aquí, el dispositivo de mecanismo está conectado en serie al circuito de carga controlado en paralelo con la carga inductora, siendo el voltaje del circuito de carga controlado menor que el valor de voltaje umbral inferior del dispositivo, de manera que éste se encuentra en su estado bloqueador y no acorta la carga inductora. Sin embargo, cuando se abre el circuito de carga controlado, el voltaje producido por el "golpe" inductor desde la carga inductora se eleva por encima del valor de voltaje umbral superior del dispositivo, haciendo que el dispositivo "conmute" a su estado conductor para acortar y disipar este voltaje y corriente transitorio. Cuando desaparece el golpe inductor transitorio, el dispositivo se "conmuta" de nuevo a su estado bloqueador para un funcionamiento normal del circuito de carga controlado y para una adicional protección contra otros golpes inductores transitorios en el mismo.

Aunque a efectos ilustrativos se han descrito varias formas de esta invención, pueden resultar evidentes para los expertos en la materia otras formas de la misma con referencia a esta descripción y, por consiguiente, esta invención se limitará sólomente por el ámbito de las adjuntas reivindicaciones.

En resumen, la Patente de Invención que se solicita, recaerá sobre las siguientes:

REIVINDICACIONES

1. Dispositivo de control de corriente en estado sólido para un circuito de carga eléctrica que incluye un material semiconductor en estado sólido y electrodos para conectarlo en serie al circuito de carga eléctrica, teniendo dicho material semiconductor en estado



302450

sólido, en un estado, porciones por lo menos del mismo entre los electrodos en un estado estructural que es de elevada resistencia, y sustancialmente un aislador para bloquear el flujo de corriente a través de aquel en una u otra direcciones o en ambas, teniendo dicho material semiconductor en estado sólido, en otro estado, porciones por lo menos del mismo entre los electrodos en otro estado estructural, que es de baja resistencia, y sustancialmente un conductor para conducir el flujo de corriente a través de aquel en una u otra direcciones o en ambas, siendo controladas las citadas porciones por lo menos del referido material semiconductor en estado sólido, y cambiadas de modo sustancialmente instantáneo entre sus respectivos estados estructurales de bloqueamiento y conducción, mediante la imposición de campos eléctricos sobre el material semiconductor en estado sólido.

2. Dispositivo de control de corriente en estado sólido según la reivindicación 1, en el que dicho material semiconductor en estado sólido comprende un material huesped que contiene telurio, selenio o azufre y un material cooperante que contiene un metal, metaloide, compuesto intermetálico o semiconductor o combinaciones de ellos.

3. Dispositivo de control de corriente en estado sólido según la reivindicación 2, en el que dicho material semiconductor en estado sólido contiene preferiblemente telurio en un 45% aproximadamente en peso, por lo menos.

4. Dispositivo de control de corriente en estado sólido según la reivindicación 2, en el que el citado material semiconductor en estado sólido contiene preferiblemente selenio en un 50% en peso aproximadamente, por lo menos.

5. Dispositivo de control de corriente en estado sólido según cualquiera de las reivindicaciones 2 a 4, en el que el material cooperante comprende germanio.



6. Dispositivo de control de corriente en estado sólido según la reivindicación 5, en el que se emplea total o parcialmente silicio en lugar de germanio.

5 7. Dispositivo de control de corriente en estado sólido según cualquiera de las reivindicaciones 2 a 6, en el que se incluye - arsénico como material cooperante.

8. Dispositivo de control de corriente en estado sólido según cualquiera de las reivindicaciones 2 a 7, en el que dicho material semiconductor contiene oxígeno u óxidos.

10 9. Dispositivo de control de corriente en estado sólido según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8, en el que dicho material semiconductor en estado sólido comprende esencialmente una película superficial.

15 10. Dispositivo de control de corriente en estado sólido según cualquiera de las anteriores reivindicaciones, en el que dicho material semiconductor en estado sólido está constituido por una lámina depositada en vacío sobre un sustrato.

20 11. Dispositivo de control de corriente en estado sólido según cualquiera de las anteriores reivindicaciones, en el que el mencionado estado estructural de elevada resistencia y sustancialmente aislante de las referidas porciones por lo menos del material semiconductor, es sustancialmente un estado sólido amorfo.

25 12. Dispositivo de control de corriente en estado sólido según cualquiera de las anteriores reivindicaciones, en el que el citado estado estructural de elevada resistencia y sustancialmente aislante de dichas porciones por lo menos del material semiconductor es sustancialmente un estado sólido desordenado amorfo, que contiene cristales relativamente pequeños.

30 13. Dispositivo de control de corriente en estado sólido según cualquiera de las anteriores reivindicaciones, en el que otro es-



309

do estructural mencionado de baja resistencia y sustancialmente conductor de dichas porciones por lo menos del material semiconductor, en un estado sustancialmente sólido cristalino.

5 14. Dispositivo de control de corriente en estado sólido - según cualquiera de las anteriores reivindicaciones, en el que el - otro estado estructural mencionado de baja resistencia y sustancialmente conductor de dichas porciones por lo menos del material semiconductor, es sustancialmente un estado sólido organizado y cristalino que tiene cristales relativamente grandes.

10 15. Dispositivo de control de corriente en estado sólido - según cualquiera de las anteriores reivindicaciones, en el que el - otro estado estructural mencionado de baja resistencia y sustancialmente conductor de dichas porciones por lo menos del material semiconductor, es un estado sustancialmente fundido.

15 16. Dispositivo de control de corriente en estado sólido - según cualquiera de las anteriores reivindicaciones, en el que el - mencionado material semiconductor en estado sólido presenta otro estado que tiene por lo menos porciones de aquel entre los electrodos en otro estado estructural que es de baja resistencia y sustancialmente conductor, para conducir el flujo de corriente a través de - 20 aquel en u otra dirección o en ambas.

25 17. Dispositivo de control de corriente en estado sólido según la reivindicación 16, en el que dicho material semiconductor en - estado sólido es cambiado desde su otro mencionado estado estructural de baja resistencia o sustancialmente conductor a su mencionado estado estructural de elevada resistencia o sustancialmente aislante, cambiando primeramente a su otro mencionado estado estructural de baja - resistencia o sustancialmente conductor bajo el control de dichos campos eléctricos impuestos.

30 18. Dispositivo de control de corriente en estado sólido según cualquiera de las reivindicaciones 11, 13, 15, 16 ó 17, en el que

23  
150



5 el mencionado estado estructural de elevada resistencia y sustancialmente aislante de las mencionadas porciones por lo menos del material semiconductor, es un estado sustancialmente sólido amorfo, el otro mencionado estado estructural de baja resistencia y sustancialmente conductor de dichas porciones por lo menos del material semiconductor es sustancialmente un estado sólido cristalino, y el otro estado estructural de baja resistencia y sustancialmente conductor de dichas porciones por lo menos del material semiconductor es sustancialmente un estado fundido.

10 19. Dispositivo de control de corriente en estado sólido según cualquiera de las reivindicaciones 12, 14, 15, 16 ó 17, en el que el citado estado estructural de elevada resistencia y sustancialmente aislante de dichas porciones por lo menos del material semiconductor es sustancialmente un estado sólido desordenado amorfo, que tiene  
15 cristales relativamente pequeños, el otro estado estructural de baja resistencia y sustancialmente conductor de dichas porciones por lo menos del material semiconductor es sustancialmente un estado cristalino sólido organizado que tiene cristales relativamente grandes, y el otro estado estructural de baja resistencia y sustancialmente conductor de dichas porciones por lo menos del material semiconductor es sustancialmente un estado fundido.

20 20. Dispositivo de control de corriente en estado sólido según cualquiera de las anteriores reivindicaciones, en el que dichas porciones por lo menos del referido material semiconductor en estado  
25 sólido permanecen libremente en su estado estructural de elevada resistencia y sustancialmente aislante, o permanecen libremente en su otro estado de baja resistencia y sustancialmente conductor y por consiguiente tienen memoria de cada tal estado estructural.

30 21. Dispositivo de control de corriente en estado sólido según cualquiera de las anteriores reivindicaciones, en el que las cita

300450

27



5 das porciones por lo menos de dicho material semiconductor en estado  
sólido cambian de modo sustancialmente instantáneo desde su extremo  
estructural de elevada resistencia y sustancialmente aislante a su -  
estado estructural de baja resistencia y sustancialmente conductor -  
10 mediante la imposición en las mismas de un campo eléctrico de un va-  
lor umbral por lo menos, y las mencionadas porciones por lo menos de  
dicho material semiconductor en estado sólido son cambiadas de modo  
sustancialmente instantáneo desde su estado estructural de baja re--  
sistencia y sustancialmente conductor a su estado estructural de ele  
15 vada resistencia y sustancialmente aislante mediante imposición so--  
bre ellas de un diferente campo eléctrico cuando el campo eléctrico  
primeramente mencionado se encuentra por debajo del citado valor um-  
bral.

15 22. Dispositivo de control de corriente en estado sólido -  
según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 20, en el que dichas -  
porciones por lo menos del referido material semiconductor en estado  
sólido son cambiadas de modo sustancialmente instantáneo desde su es  
tado estructural de elevada resistencia y sustancialmente aislante a  
su estado estructural de baja resistencia y sustancialmente conduc--  
20 tor mediante imposición sobre ellas de un campo eléctrico de un valor  
umbral superior por lo menos, y las mencionadas porciones por lo me-  
nos de dicho material semiconductor en estado sólido son cambiadas de  
modo sustancialmente instantáneo desde su estado estructural de baja  
resistencia y sustancialmente conductor a su estado estructural de -  
25 elevada resistencia y sustancialmente aislante mediante disminución  
de dicho campo eléctrico a un valor umbral inferior por lo menos.

30 23. Dispositivo de control de corriente en estado sólido se  
gún la reivindicación 22, en el que las citadas porciones por lo me--  
nos de dicho material semiconductor en estado sólido tienen memoria -  
de su estado estructural anterior entre los mencionados valores umbra

392450



les superior e inferior de dicho campo eléctrico impuesto y, cuando se encuentran en su estado estructural de baja resistencia y sustancialmente conductor, modulan el flujo de corriente a través de ellas de acuerdo con los valores del citado campo eléctrico impuesto entre  
5 los valores umbrales superior e inferior de las mismas.

24. Dispositivo de control de corriente en estado sólido - según la reivindicación 21, en el que el valor de resistencia baja - de las citadas porciones por lo menos de dicho material semiconduc-  
tor en estado sólido en su estado estructural de baja resistencia o  
10 sustancialmente conductor se disminuye mediante incrementos en el - valor del campo eléctrico primeramente mencionado, y el valor de alta resistencia de dichas porciones por lo menos del referido material semiconductor en estado sólido en su estado estructural de elevada -  
resistencia o sustancialmente aislante se incrementa aumentando el -  
15 valor del segundo campo eléctrico mencionado.

25. Dispositivo de control de corriente en estado sólido - según cualquiera de las reivindicaciones 22 ó 23, en el que las cita-  
das porciones por lo menos de dicho material semiconductor en estado  
sólido son cambiadas de modo sustancialmente instantáneo desde su es-  
tado estructural de elevada resistencia o sustancialmente aislante a  
20 su estado estructural de baja resistencia o sustancialmente conduc- tor mediante imposición sobre ellas de un campo eléctrico de un va-  
lor umbral por lo menos, y las mencionadas porciones por lo menos de dicho material semiconductor en estado sólido, cuando se encuentran -  
25 en su estado estructural de baja resistencia o conductor, disminuyen el flujo de corriente a través de ellas mediante imposición sobre las mismas de un diferente campo eléctrico cuando el primer campo eléctri-  
co mencionado es inferior al referido valor umbral.

26. Dispositivo de control de corriente en estado sólido se-  
gún cualquiera de las anteriores reivindicaciones, en el que el campo  
30

302450

27



eléctrico para cambiar las referidas porciones por lo menos de dicho material semiconductor desde su estado estructural de elevada resistencia o sustancialmente aislante a su estado estructural de baja resistencia o sustancialmente conductor, es un voltaje.

5                   27. Dispositivo de control de corriente en estado sólido según cualquiera de las anteriores reivindicaciones, en el que el campo eléctrico para cambiar las mencionadas porciones por lo menos de dicho material semiconductor desde su estado estructural de baja resistencia o sustancialmente conductor a su estado estructural de elevada resistencia o sustancialmente aislante, es una corriente.

10                   28. Dispositivo de control de corriente en estado sólido según cualquiera de las anteriores reivindicaciones, en el que las mencionadas porciones por lo menos de dicho material semiconductor en estado sólido son cambiadas de modo sustancialmente instantáneo desde su estado estructural de elevada resistencia o sustancialmente aislante a su estado estructura de baja resistencia o sustancialmente conductor mediante la aplicación de un voltaje de corriente continua a las mismas de un valor umbral por lo menos.

15                   29. Dispositivo de control de corriente en estado sólido según cualquiera de las reivindicaciones 26 ó 28, en el que las referidas porciones por lo menos de dicho material semiconductor en estado sólido son cambiadas de modo sustancialmente instantáneo desde su estado de baja resistencia o sustancialmente conductor a su estado estructural de elevada resistencia o sustancialmente aislante, mediante la imposición de una corriente alterna a través de ellas.

20                   30. Dispositivo de control de corriente en estado sólido según cualquiera de las anteriores reivindicaciones, en el que el citado material semiconductor en estado sólido tiene portadores de corriente, en el que las mencionadas porciones por lo menos de dicho material semiconductor en estado sólido en su estado estructural de

25

30



3 2450

baja resistencia o sustancialmente aislante tienen sustanciales centros restrictivos de portadores de corriente para restringir a éstos, y en el que las referidas porciones por lo menos de dicho material semiconductor en estado sólido tienen en su estado estructural de baja resistencia o sustancialmente conductor unos centros restrictivos reducidos de portadores de corriente para liberar a éstos.

31. Dispositivo de control de corriente en estado sólido - según cualquiera de las anteriores reivindicaciones, en el que dichas porciones por lo menos del referido material semiconductor en estado sólido son cambiadas de modo sustancialmente instantáneo desde su estado estructural de elevada resistencia o sustancialmente aislante a su estado estructural de baja resistencia o sustancialmente conductor mediante la aplicación de un voltaje de corriente alterna a las mismas, incrementándose la resistencia de dichas porciones por lo menos del referido material semiconductor en estado sólido, mientras se encuentran en su estado estructural de baja resistencia o sustancialmente conductor, con el voltaje de corriente alterna aplicado a las mismas, mediante la aplicación de impulsos de corriente continua a ellas para proporcionar un estado de resistencia intermedio, y las referidas porciones por lo menos del mencionado material semiconductor en estado sólido tienen memoria de dicho estado de resistencia intermedio, y permanecen en él, tras la retirada del voltaje de corriente alterna.

32. Dispositivo de control de corriente en estado sólido - según cualquiera de las anteriores reivindicaciones, en el que el circuito de carga eléctrica es un circuito de carga eléctrica de corriente alterna, y la corriente controlada por el material semiconductor en estado sólido es una corriente alterna.

33. Dispositivo de control de corriente en estado sólido - según cualquiera de las reivindicaciones 26 ó 32, en el que el campo



5

eléctrico para cambiar dichas porciones por lo menos del citado material semiconductor desde su estado de elevada resistencia y sustancialmente aislante a su estado estructural de baja resistencia y sustancialmente conductor, es un voltaje de corriente alterna en fase.

10

34. Dispositivo de control de corriente en estado sólido según cualquiera de las reivindicaciones 27, 32 ó 33, en el que el campo eléctrico para cambiar dichas porciones por lo menos del citado material semiconductor desde su estado estructural de baja resistencia o sustancialmente conductor a su estado estructural de elevada resistencia o sustancialmente aislante, es un voltaje o corriente alterna o continua.

15

35. Dispositivo de control de corriente en estado sólido según cualquiera de las anteriores reivindicaciones, en el que por lo menos uno de los electrodos es de aluminio.

20

36. Dispositivo de control de corriente en estado sólido según cualquiera de las anteriores reivindicaciones, en combinación con un circuito de carga eléctrica que tiene a dicho dispositivo de control de corriente en estado sólido conectado en serie en aquel, y medios para aplicar señales eléctricas al dispositivo de control de corriente en estado sólido para imponer dichos campos eléctricos sobre el mismo.

25

37. Se reivindica por último como objeto sobre el que ha de recaer la Patente de Invención que se solicita: "DISPOSITIVO DE CONTROL DE CORRIENTE EN ESTADO SOLIDO PARA UN CIRCUITO DE CARGA ELECTRICA.

30

Todo conforme queda descrito y reivindicado en la presente Memoria descriptiva que consta de ochenta páginas mecanografiadas y dibujos adjuntos. Madrid, 27 de Julio de 1.964

ALFONSO UNGRIA

P.P.



27

302450

Fig. 1

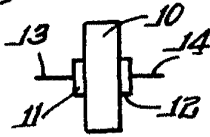


Fig. 2.

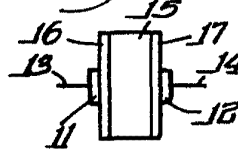


Fig. 3.

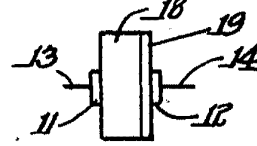


Fig. 4.

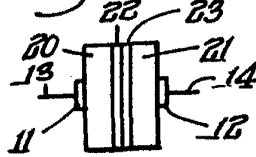


Fig. 5.

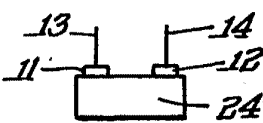


Fig. 6.

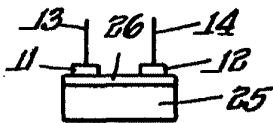


Fig. 7.

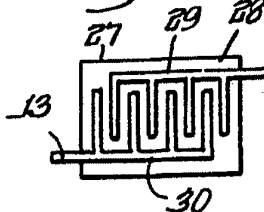


Fig. 8.

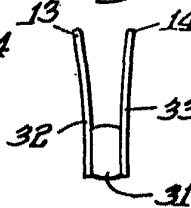


Fig. 9.

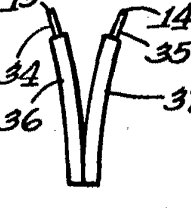


Fig. 10.

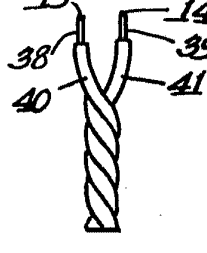


Fig. 11.

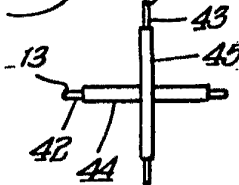


Fig. 12.

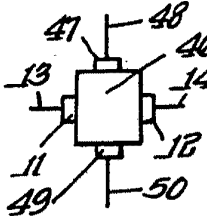


Fig. 13.

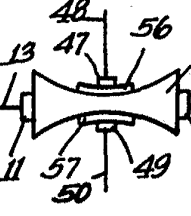


Fig. 14.

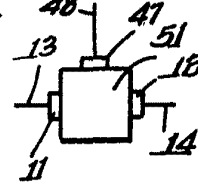


Fig. 15.

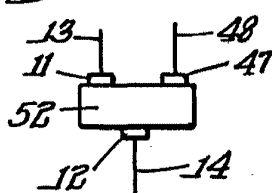


Fig. 16.

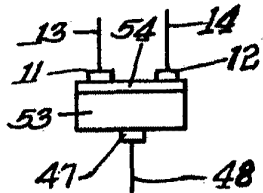
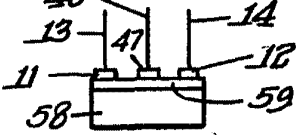


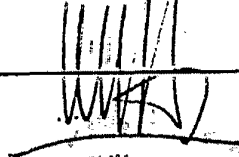
Fig. 17.



ESCALA VARIABLE

MADRID, 27 DE julio DE 19 64.

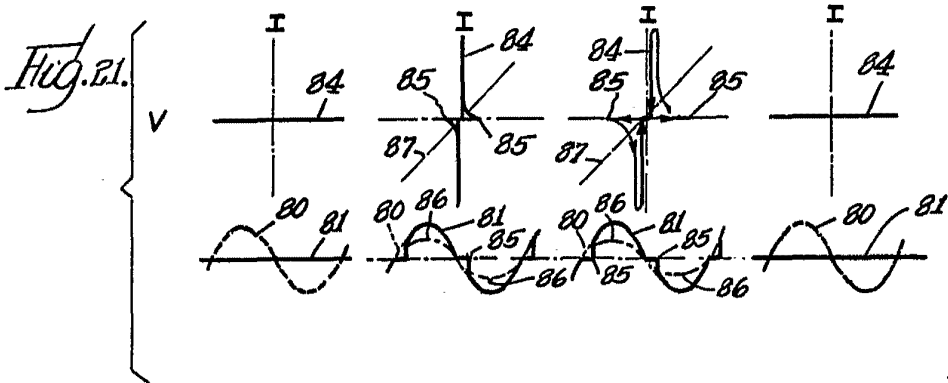
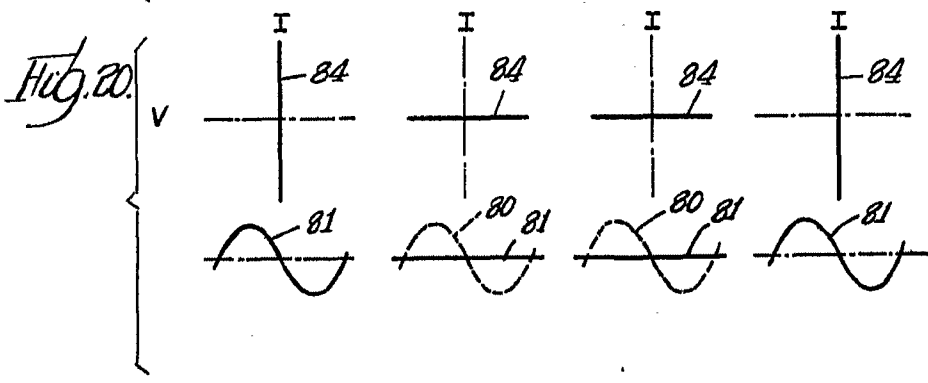
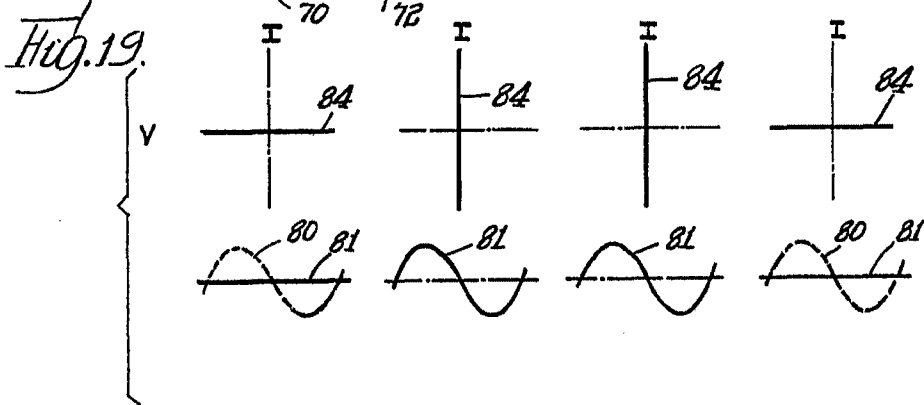
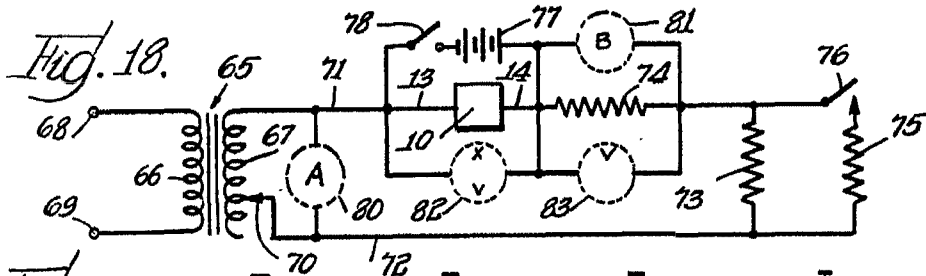
ALFONSO UNGRÍA





27 JUL

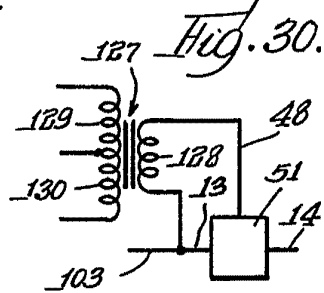
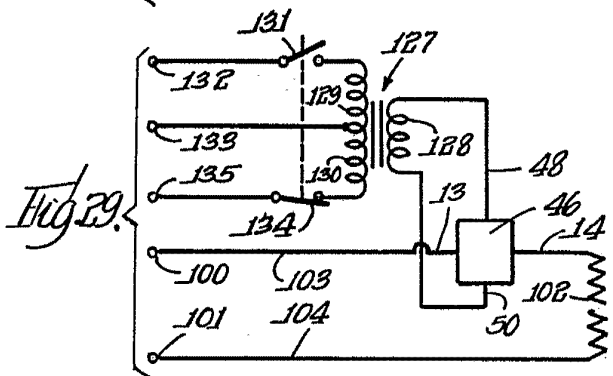
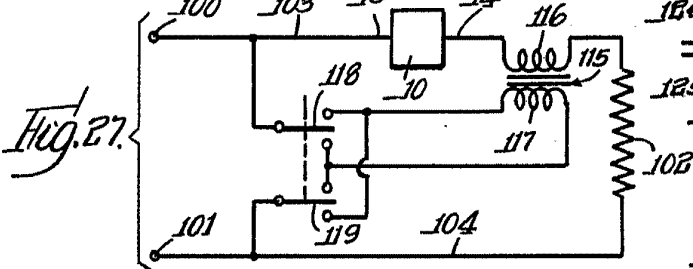
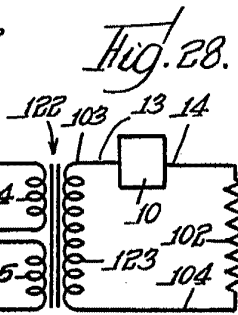
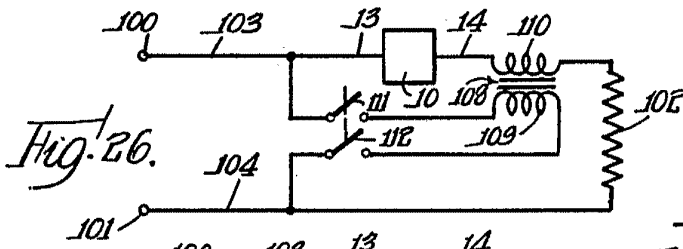
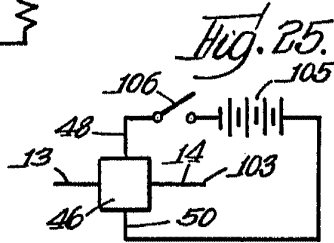
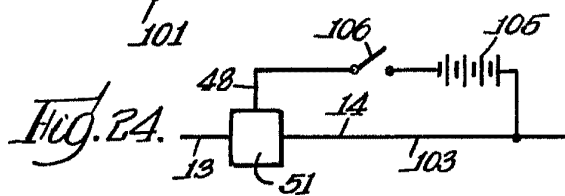
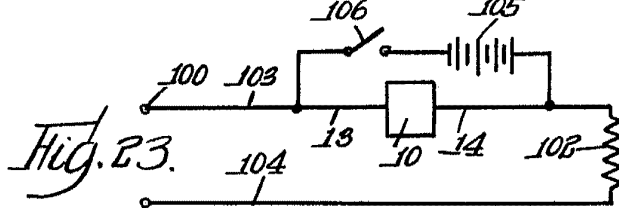
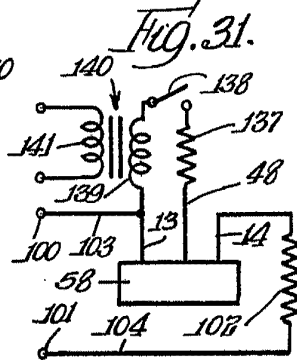
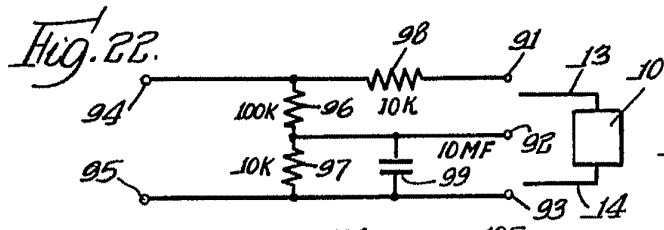
302450



ESCALA VARIABLE  
 MADRID, 27 DE julio DE 1964.  
 ALFONSO UNGRÍA

302450

27 JUL 1964



ESCALA VARIABLE

MADRID, 27 DE julio DE 19 64

ALFONSO UNGRIG