

316420' 12



PATENTE DE INVENCIÓN

=====

PLA 64/1517 Sp.

Memoria Descriptiva

sobre

"Elemento rectificador semiconductor regulable
para corriente de alta intensidad".

Solicitante: SIEMEN-SCHUCKERTWERKE AKTIENGESELLSCHAFT, entidad
alemana, residente en: Werner-von-Siemens-Str. 50,
Erlangen, ALEMANIA.

=====

La presente invención se refiere a un elemento rectificador semiconductor regulable para corriente de alta intensidad, llamado también "Tristor", con un cuerpo de silicio esencialmente monocristalino, que

5. contiene cuatro capas consecutivas de tipo conductor



alternativamente opuesto (pnpn ó bién npnp), de las cuales una primera capa interior tiene, en comparación con todas las demás capas, el valor más bajo de concentración de dotación que es casi constante a través de todo el espesor de la capa, y desde la cual los valores de concentración en la segunda capa interior adyacente, que muestra tipo conductor opuesto, suben según la distancia por lo menos aproximadamente en proporción exponencial.

5. La invención se basa en el conocimiento de que
10. las unidades individuales de ésta estructura, es decir, las dimensiones de las zonas y el curso de las concentraciones de dotación en las zonas, junto con la duración de los portadores de corriente, determinan esencialmente todo, el complejo de todas las propiedades electricas del elemento semiconductor, es decir, la tensión de bloqueo, la tensión de inversión, la característica de peso, el tiempo de liberación, las propiedades de encendido, etc. El objeto principal de la invención es coordinar entre sí las magnitudes de influencia, de manera que para las distintas finalidades de empleo se logre cada vez un efecto total óptimo. La invención se caracteriza porque la primera capa interior tiene un grosor entre 100 y 200 μ y una concentración de dotación entre $2,5 \cdot 10^{14}$ y $1,0 \cdot 10^{14}$ cm^2 , porque el valor máximo de la concentración de dotación en la segunda capa interior es en aproximadamente dos hasta cuatro potencias de 10 más elevado y porque el trayecto de distancia en el cual la concentración de dotación, en una sección parcial de la segunda capa interior adyacente a la primera capa interior, aumenta en el factor $e = 2,7$, tiene una longitud de 7 hasta 13 μ . De esta manera se crean las condiciones previas para un dimensionado óptimo
- 15.
- 20.
- 25.
- 30.



- timo del grosor de la segunda capa interior, guardándose un gradiente de concentración moderado. Además, mediante la de terminación del valor máximo de la concentración de dotación de la segunda capa interior dentro de los límites indicados,
5. resulta posible cumplir varias exigencias por naturaleza o puestas. El sobrepasar el límite inferior indicado tiene como consecuencia que la corriente de inversión se encuentre lo suficientemente elevada como para garantizar una estabilidad térmica suficiente de la tensión de inversión y permite un valor de velocidad de subida relativamente elevado de la tensión de inversión, y mediante el mantenimiento del límite superior indicado asegura que para el encendido, es decir, para la iniciación de la transmisibilidad de corriente del elemento rectificador, no se precisan corrientes de man
10. do demasiado elevadas. Un compromiso especialmente favorable para el cumplimiento simultáneo y conjunto de éstas dos exigencias dá un valor medio de aproximadamente tres potencias de diez.

- Una forma de ejecución ventajosa de un elemento rectificador semiconductor graduable de ésta clase y ulteriores posibilidades de perfeccionamiento se describen y explican a base del dibujo.
- 20.

En la Fig. 1 se representa esquemáticamente el perfil transversal de un elemento semiconductor.

25. Figura 2 representa la secuencia de las capas semiconductoras en el plano de corte II-II y sirve para fijar las coordenadas de lugar en la dirección correspondiente.

Figura 3 es un esquema del curso de la concentración de dotación en las distintas capas.

30. Figuras 4 y 5 muestran las dependencias, determinadas por cálculo, de distintas magnitudes de característi-



ca de determinadas características de material y dimensiones y permiten reconocer relaciones entre las influencias de las últimas entre sí.

5. En la Fig. 1 denomina 2 un núcleo, mantenido invariable, de un monocristal de silicio en forma de disco, por ejemplo n-conductor, cuya forma de sección original está señalada por la línea de complemento 2a a trazos interrumpidos en el lado izquierdo. Mediante introducción por difusión desde todos los lados de aceptores, mediante un procedimiento conocido, se ha transformado el carácter conductor de una capa exterior en el tipo p, de manera que después de retirar el borde señalado con línea de puntos del disco semiconductor, por ejemplo, mediante chorro de arena o/y mordiente, se ha formado una secuencia de capas p-n-p.
10. Un resultado similar se puede lograr también precipitando monocristalinamente, a ambos lados de un núcleo de silicio monocristalino en forma de disco, del tipo n, otro silicio del tipo p según un procedimiento, asimismo conocido, mediante descomposición pirolítica y separación de un compuesto de silicio gaseoso, por ejemplo, SiHCl_3 ó SiCl_4 bajo cooperación de un gas vehículo y de reacción, por ejemplo H_2 , y de ésta manera regresar el núcleo en forma de disco 2 con las capas 3 y 4. Un procedimiento de separación así, que también se conoce bajo el nombre de "epitaxis", permite mediante variación arbitraria de las partes cuantitativas adicionadas en material de dotación durante el proceso, lograr un curso arbitrario de los valores de concentración a través del grosor del disco. Además, las capas 3 y 4 se pueden haber aplicado desde un principio por separado, de manera que se puede suprimir la eliminación de una zona marginal del dis
- 15.
- 20.
- 25.
- 30.



co regruesado. Según el mismo procedimiento se puede aplicar también la cuarta capa que falta, mezclándole a la mezcla de gas a descomponer una substancia donadora, de manera que la capa exterior se haga n-conductora.

5. En el ejemplo de ejecución representado en la Fig. 1 se haya producido en su lugar una capa n-conductora 5 mediante fijación por aleación de un metal contenedor de donadores que, con el silicio, forme una aleación eutéctica. Ventajosamente se emplea para ello un folio de oro con aproximadamente 1 % de contenido en antimonio. Después de calentar hasta más allá de la temperatura eutéctica (aproximadamente 370°C) a un valor entre 750 y 850°C se ha formado el enfriar una capa de recristalización que muestra una elevada concentración de donadores. Esta es la capa n-conductora exterior
10. 5 que se denomina emisor n, La aleación de oro-silicio, que solidifica al reducir la temperatura por debajo de la eutéctica, forma el electrodo de contacto 6 del emisor n. Su forma y grosor, después de la fijación por aleación total del folio de oro están determinadas claramente por su forma y
20. grosor originales. El folio de oro tenga seleccionado un grosor de 40 hasta 50 μ . Sea por ejemplo de forma anular. También la capa de recristalización 5 tiene por lo tanto forma anular. En la abertura anular alcanza la capa 3 conductora p hasta la superficie del cristal. Allí está haciendo con
25. tacto, libre de bloqueo, por ejemplo mediante la introducción por aleación de un folio de oro boroso. La aleación formada por éste con una cantidad de silicio correspondiente adyacente ha producido un electrodo base 3a de superficie relativamente pequeña y que sirve para la regulación del elemento regulador. Finalmente se ha sujetado por aleación en la ca-
- 30.



pa exterior p-conductora 4, y en el lado inferior del cris-
tal en forma de disco, un metal contenedor de aceptores, por
ejemplo, un folio de aluminio que tiene 50 hasta 70 μ de gro-
sor y preferentemente cubre toda la superficie del disco. Se
5. ha formado así una capa de recristalización 7 p-conductora,
altamente dotada, que forma la sección parcial exterior de la
capa exterior p-conductora y está cubierta por un electrodo
de contacto 8, que se compone de una capa de aleación de alu-
minio-silicio eutéctica. Las capas 7 y 4 forman juntas el
10. emisor p. Con la fijación por aleación, efectuada ventajosa-
mente en un solo proceso de trabajo, del electrodo de contac-
to 6 del n-emisor, del contacto base 3a y del electrodo de
contacto 8 del emisor p se puede haber sujetado por aleación
también simultáneamente a éste último un disco de molibdeno
15. 10 que primeramente por un lado se puede haber revestido de
una capa de aluminio 9 aplicada electrolíticamente y fijada
mediante calentamiento a unos 900°C. A los dos electrodos
de contacto 6 y 8, ó bién el disco de molibdeno 10, se haya
conectado a través de contactos de conexión no representados,
20. que ventajosamente pueden estar desarrollados como contactos
de presión, un circuito de corriente de carga que, según la
Fig. 1, puede contener una fuente de tensión alterna 11 y un
consumidor 12. El circuito de mando, que contiene una fuen-
te de tensión de mando, por ejemplo, una batería 13 y un ele-
25. mento de mando auxiliar ó un elemento de conexión auxiliar,
que está indicado simbólicamente por un interruptor 14, está
conectado por una parte al contacto de mando, 3a y con ello a
la base p, por otra parte el electrodo de contacto 6 adyacen-
te del n-emisor. La fuente de tensión 13 está polarizada en
30. la dirección de paso de la tensión pn de las capas 3 y 5. Como



- dirección de paso de todo el elemento de construcción se de
nomina la dirección de corriente del emisor p el emisor n;
ésta dirección de corriente, en la cual la transición pn cen
tral X_2 (Fig. 2) por lo pronto bloquea, es la dirección de
5. inversión del elemento. Su dirección de bloqueo es la direc
ción de corriente opuesta, es decir, desde el n-emisor al
p-emisor. La tensión de bloqueo se encuentra aquí esencial
mente en la transición pn X_3 . Si el elemento de conexión
auxiliar 14 se gobierna síncrono a la tensión alterna de 11,
10. de manera que con cada semi-onda positiva se alimenta un im
pulso de mando al contacto de mando 3a, entonces en el cir
cuito consumidor fluye corriente continua. Variando la po
sición temporal de los impulsos dentro de la zona de las se
mi-ondas es posible, como ya se sabe, variar el valor medio
15. de la tensión continua.

En el esquema de la Figura 2 se ha representado
la secuencia de capas pnpn.

- Figura 3 muestra el correspondiente perfil de con
centración sobre la coordenada de lugar de curso perpendicu
20. lar sobre las capas, como abcisa. El núcleo mencionado for
ma la capa interior 2 n-conductora con una concentración
de dotación lo más igualada posible de aproximadamente 10^{14}
 cm^{-3} y un grosor W_n . Ambos lados continúan las capas 3 y
4 hechas p-conductoras, por ejemplo, por un proceso de di
25. fusión, a través de las transiciones pn X_2 ó bien X_3 . En
la capa interior 3 p-conductora comienza la concentración de
aceptores en la proximidad de la transición pn X_2 con un va
lor inicial de aproximadamente 10^{14}cm^{-3} y sube aproxima
mente en forma exponencial hasta un valor de más de 10^{17}cm^{-3} ,
30. que se alcanza para el grosor indicado W_p en la transición

pn X_1 . Para la capa 4 se ha supuesto el mismo grosor. El curso de la concentración en ésta capa sea, debido a la fabricación conjunta por un proceso de difusión, una imagen si métrica del curso en la capa 3.

5. El procedimiento de difusión está contrario al procedimiento de separación con el que como ya indicado se puede obtener cualquier perfil de concentración deseado, ligado a la regularidad natural de la difusión con los parámetros de las constantes de difusión y otros valores de los materia les, la temperatura, la presión y la duración, pero también para la difusión se disponen de distintas posibilidades de va riación y combinación para influenciar los cursos de las con centraciones, por ejemplo, el empleo de varias sustancias aceptadoras ó donadoras con distintas constantes de difusión, tal como boro ó galio ó bien arsenio y fósforo, bien simultá neamente ó consecutivamente, además un cambio temporal de la fijación por difusión y eliminación por difusión, mediante lo cual se pueden lograr, entre otros, cursos de concentración con un máximo en distancia finita de una superficie semicon ductora. Otras posibilidades están dadas por procedimientos de enmascarado conocidos.
- 10.
- 15.
- 20.

La capa 4 forma solo una parte de la capa p-conduc tora exterior. Esta comprende además aún una sección parcial exterior 7 en la cual la concentración de aceptores, debido al proceso de aleación arriba descrito, tenga un valor de - 10^{18} cm^{-3} . Asimismo se ha producido por un proceso de aleación, como arriba descrito, la capa exterior 5 n-conduc tora, en la cual la concentración de donadores pueda tener un valor de aproximadamente 10^{19} cm^{-3} . Entre ésta capa y la sección parcial 7 exterior de la capa exterior p-conduc tora se encuen

25.

30.



- tra la zona central que, en estado de paso del elemento rectificador, está inundada por electrones y agujeros que se suministran por las capas exteriores altamente dotadas hacia la zona central. El grosor de ésta zona central está denominada con W. En el ejemplo de ejecución representado comprende la capa interior 3 p-conductora, la capa interior 2 n-conductora y la sección parcial de más débil dotación 4 de la capa exterior p-conductora. A continuación se explican con más detalle los puntos de vista para una selección óptima de los grosores de capa, así como de la altura y del curso de las concentraciones de dotación en las distintas capas.

- Un ventajoso desarrollo ulterior, con miras a la obtención de un resultado total de lo mejor posible, consiste entre otros en que la concentración de dotación en la capa interior n-conductora asciende a $2,5 \cdot 10^{14}$ hasta $1,0 \cdot 10^{14}$ cm^{-3} correspondiente a una resistencia específica entre 20 y 40 ohmios. Se dá preferencia a un valor medio de la concentración de dotación de la capa interior n-conductora correspondiente a una resistencia específica de aproximadamente 30 ohmios. Esta selección es una de las condiciones previas para lograr una capacidad de bloqueo especialmente elevada en ambas direcciones. La selección ya mencionada del gradiente de la concentración de los aceptadores en la interior p-conductora representa otra condición previa para una elevada capacidad de bloqueo de la transición pn central X_2 ; pues entre otros es decisiva para el nivel de la tensión breakdown en la dirección de inversión. Con un valor dado de la resistencia específica en la capa interior n-conductora la tensión de breakdown será mayor contra más plano sea el gradiente de dotación en la capa interior p-conductora. Sin embargo



- no se debe seleccionar demasiado plano ya que entonces ó bien la capa resultaría muy gruesa y por lo tanto la tensión de paso demasiado grande ó la fabricación demasiado difícil. Por lo tanto consiste otra forma de ejecución ventajosa en que el trayecto λ , a través del cual la concentración de aceptores en la capa interior p-conductora en las proximidades de la transición interior pn asciende perpendicularmente con relación a ésta en el factor $e=2,7\dots$, sea de una longitud de 7 hasta $13\frac{1}{3}\mu$. En muchos casos conduciría un valor medio de $\lambda \hat{=}$ 10μ a un resultado favorable. Una ulterior mejora es entre otros posible porque el incremento de la concentración de aceptores en la capa interior p-conductora, a mayor distancia de la transición pn central, transcurre más pendiente que según la función exponencial antes mencionada. Se puede combinar entonces un gradiente relativamente plano en las proximidades de la transición pn x con un grosor relativamente reducido de la base p. La ejecución práctica está descrita más arriba en relación con el ejemplo de ejecución. Cuando se quieren poner en concordancia las exigencias antes mencionadas con las posibilidades técnicas de fabricación resulta un grosor de la capa interior p-conductora de 30 hasta 60μ como especialmente ventajoso.

- Las mismas consideraciones con respecto a la capacidad de bloqueo valen también para la transición pn X_3 entre la capa interior n-conductora y la capa exterior p-conductora. Por lo tanto, se recomienda desarrollar el curso de la concentración de aceptores en la capa exterior p desde la transición pn simétrico al curso de la concentración de aceptores en la capa interior p-conductora, como en el ejemplo de ejecución dibujado.

316420



5. Ulteriores posibilidades de mejora se obtienen de la selección de los valores de concentración en las zonas exteriores. En estado de paso sirven estas como zonas de fuente desde las cuales la zona central, que se encuentra entre-medias, es inundada con portadores de corriente de ambas polaridades.
10. Por lo tanto, concentraciones de dotación demasiado bajas en estas zonas de fuente conducirían a una inundación insuficiente y como consecuencia ulterior a una tensión de paso indeseablemente elevada. Por esta razón se selecciona la concentración de dotación en la capa exterior n-conductora aproximada 10^{18} cm^{-3} ó mayor. Una concentración similarmente elevada se prepara convenientemente en una sección parcial de la capa exterior p-conductora. Para la obtención de
15. valores de concentración elevados en las dos zonas exteriores es especialmente adecuado el conocido procedimiento de aleación. Este se empleó por lo tanto en el ejemplo de ejecución, como más arriba indicado.
20. La elevada dotación de las capas exteriores sólo no alcanza, sin embargo, para una tensión de paso suficiente te baja, sino que los portadores de corriente deben, debido a su longitud de difusión, ser capaces de inundar casi igualmente toda la zona central entre estas dos capas. Lo que significa esta exigencia se aprecia de la Fig. 4 en la que
25. para un elemento rectificador regulable de estructura de capa y tamaño de superficie dados se ha representado la dependencia entre la tensión de paso U_D , es decir, la caída de tensión que produce una corriente de paso de magnitud determinada en el elemento rectificador, y la duración de vida τ
30. o bien de la longitud de difusión xL . La curva vale para un

316420



- grosor $W = 250 \mu$ de la zona central inundada y para una densidad de corriente de 200 A/cm^2 , referido a la superficie del más pequeño de los dos emisores, es decir, en la Fig. 1 del n-emisor 5. Se aprecia que la tensión de paso es mayor contra más pequeña sea, bajo circunstancias por lo demás iguales, la longitud de difusión L de los portadores de carga. Esta longitud de difusión, que con elevadas inyecciones se presenta de acuerdo con el valor indicado de la densidad de corriente, está por lo demás definida de otra manera y por lo tanto distinta de la longitud de difusión L_p mencionada más abajo, con la que solo se puede contar con inyecciones bajas. Además, para inyecciones elevadas la longitud de difusión L es una magnitud común para ambas clases de portadores. Una inundación suficientemente igualada de la zona central se puede lograr si el grosor W de esta zona central tiene un valor entre el doble y el cuádruple de la longitud de difusión L con inyecciones elevadas, es decir, correspondiente a una zona de densidad de corriente de más de 10 A/cm^2 . Un mayor grosor W conduciría a valores indeseadamente elevados de la tensión de paso, un espesor más reducido reduciría apreciablemente la capacidad de bloqueo, ya que ó bien se reduce el grosor de la base p , es decir, el gradiente de concentración en las proximidades de la transición npn central ó bien el grosor de la base n se habría de hacer demasiado reducido. Esto último es sin embargo importante para la capacidad de bloqueo alcanzable. Esto se aprecia de la Fig. 5 en la que se ha representado la tensión de bloqueo U_S máxima determinada por cálculo que aún es capaz de bloquear un elemento rectificador graduable, en dependencia de la resistencia específica ρ_n de la capa interior n-conductora para distintos grosores W_n de ésta última y para
- 5.
 - 10.
 - 15.
 - 20.
 - 25.
 - 30.

316420¹²



- distintos valores de la longitud de difusión L_p de los portadores de minoridades existentes en ésta capa. Los valores están indicados en la Fig. para las distintas curvas. Además se ha registrado, en línea de trazos interrumpidos, la
5. curva límite de la tensión "breakdown" U_B y las rectas límite de la tensión "punch-through" que se han calculado para los mismos valores del grosor W_n . Todo el esquema se basa en la suposición que el gradiente de la concentración de aceptores en las dos capas p, en las proximidades de las transiciones pn X_2 y X_3 , tiene un valor correspondiente a $\lambda = 10$
10. μ . Con un curso más pendiente correspondiente a un valor más pequeño de λ se encontrarían todos los valores U_S más bajos y viceversa. Las consideraciones de arriba, relacionadas con la tensión, valen, bajo las condiciones indicadas, es decir, simetría de los cursos de concentración en las capas
15. 3 y 4 también para la tensión de inversión.

- Se aprecia además de la Fig. 5 que la selección del valor ρ hasta 20 - 40 ohmios conduce a proporciones favorables. Para $W_n = 150$ u se encuentre en máximo de la curva sin embargo en un valor ρ superior a 40 ohmios, pero un
20. sobrepasado de éste último valor no es recomendable, ya que entonces la estabilidad térmica de la ascensión de tensión en dirección de inversión sería reducida. En relación con esto sea explicada también la influencia de la magnitud λ .
25. Una ampliación de λ dá, con igual grosor total del cuerpo de silicio, capas p más gruesas a costa del grosor W_n de la capa interior n-conductora. De ésta manera más que se compensa un aumento de la capacidad de bloqueo ligada con la ampliación de λ y en el efecto total hasta se produce una disminución de la capacidad de bloqueo. La selección de un λ
- 30.

316420



inferior significaría que toda la curva de la tensión "breakdown" U_B se desplace hacia abajo. Entonces se habría para lograr una capacidad de bloqueo suficiente, de seleccionar un valor de ρ mayor, ésto sin embargo, como ya se ha mencionado, reduciría la estabilidad térmica de la tensión de inversión.

De la figura 5 se desprende además:

Contra mayor se seleccione el grosor W_n mayor es la capacidad de bloqueo. Sin embargo no tiene sentido sobre pasar los 200 μ , ya que entonces no se puede cumplir la condición de que el grosor W de la zona central, inundada durante el paso de corriente en la dirección de paso de los portadores de corriente, no debe sobrepasar el cuádruple de la longitud L en inyecciones elevadas. Además se habría, para aprovechar el mayor grosor W_n , pasar a valores ρ mayores, lo que es desfavorable por las razones ya indicadas. Demuestra ser por lo tanto ventajoso seleccionar para la capa interior n-conductora un grosor W_n entre 100 y 200 μ . El límite inferior indicado no se debe rebasar para asegurar una capacidad de bloqueo aún suficiente para fines normales. La capacidad de bloqueo es por otra parte, como demuestra una comparación de las dos curvas superiores en la Fig. 5, más reuucidaa contra mayor sea la longitud de difusión de los portadores de minoridades con inyecciones débiles, correspondientes a una zona de densidad de corriente a máximo aproximadamente 100 mA/cm^2 . En interés de una capacidad de bloqueo suficiente no se debe, por lo tanto, hacer demasiado pequeña la proporción W_n a L_p . Se obtiene de esto como valor mínimo para la mencionada proporción 1,5. Por otra parte es poco recomendable seleccionar éste valor de proporción superior a 2,5. Se aprecia de la

316420



- Fig. 5 que con el último de los valores de la proporción se aproxima bastante al límite de la tensión "breakdown" designada por la curva U_B . Esta curva U_B se logra prácticamente para un valor de proporción W_n a $L_p = \infty$. Por lo tanto
5. hasta un aumento considerable mismo del valor de proporción más allá de 2,5, con respecto a la capacidad de bloqueo, aportaría sólo reducidas ventajas, por otra parte, ya un ligero sobrepasado del valor mencionado pondría en peligro la cumplimentación de la condición de que el grosor de la zona central inundada no debe sobrepasar el cuádruple de la longitud de difusión en inyecciones elevadas, pues por lo general una clase de silicio con longitud de difusión más reducida para inyecciones tiene también una longitud de difusión más reducida con inyecciones fuertes que otra clase de silicio bajo
10. por lo demás condiciones previas iguales.

- Dentro de los márgenes antes delimitados para los valores L_p y W_n existe la posibilidad de una selección según la finalidad para la que esté destinado el tristor. Aquí se puede diferenciar entre los tristores corrientes, que están
20. destinados para servicio de red, y los tristores especialmente rápidos que están destinados para ser empleados, entre otros, para reguladores de corriente continua (Chopper), rectificadores alternos autoconducidos ó similares, en los cuales interesa un tiempo de liberación lo más corto posible. Bajo tiempo
25. de liberación se entiende aquel período de tiempo que es necesario para hacer desaparecer los portadores de carga que se encuentran en la zona central inundada, con una interrupción de corriente repentina de manera que un retorno de la tensión no puede producir un inintencionado encendido del tristor. Ta
30. les tristores rápidos se obtienen si para L_p se selecciona un

316420



valor entre 50 y 70 μ y para W_n un valor entre 100 y 140 μ . Como se desprende de la Fig. 5 hay que contentarse para ello con una capacidad de bloqueo más inferior. Por el contrario, en los rectificadores guiados de la red importa menos un tiempo de liberación breve, pero más una capacidad de bloqueo lo más elevada posible y pequeña tensión de paso. Para esta finalidad de empleo se selecciona ventajosamente para L_p un valor entre 70 y 100 μ y para W_n un valor entre 140 y 200 μ .

- Para mayor sencillez y mejor compresión se ha descrito la invención bajo la condición previa de que una capa interior n-conductora, dotada igualmente y menor que todas las demás capas, forme el núcleo de la secuencia de capas y al que continúan a ambos lados capas p-conductoras cuya concentración de dotación asciende según aumenta la distancia de la capa núcleo, y que, a su vez, hacia el exterior limitan con zonas altamente dotadas, esto es una con una transición pn a la cuarta capa n-conductora y la otra sin transición pn a una zona asimismo n-conductora. Es evidente que la misma ciencia y sus complementos tienen validez y se pueden aplicar en todos los detalles también para el caso de tipos de conductibilidad invertidos p y n, es decir, para una secuencia de capas con núcleo p-conductor de más baja concentración de dotación y correspondientes concentraciones mayores en las siguientes capas, donde solo a los valores de concentración indicados en forma conocida se deben emplear los valores de resistencia correspondientemente mayores del silicio p-conductor.
- 5.
- 10.
- 15.
- 20.
- 25.

N O T A

- Descrita suficientemente la naturaleza del invento, así como la manera de realizarlo en la práctica, debe hacerse constar que las disposiciones anteriormente indicadas son
- 30.

316420



- susceptibles de modificaciones de detalle en cuanto no alteren su principio fundamental; también se hace constar que el invento se refiere a una Solicitud de Patente presentada en Alemania con fecha 12 de Agosto de 1964 N° S 92.591 VIIIc/21g
5. acogién dose por lo tanto, a los beneficios que conceden los Convenios Internacionales en vigor, y siendo lo que constituye la esencia del referido invento y por lo que se solicita Patente de Invención por 20 años en España, sobre "ELEMENTO RECTIFICADOR SEMICONDUCTOR REGULABLE PARA CORRIENTE DE ALTA
10. INTENSIDAD"; caracterizándose por lo siguiente:
- 1ª.- "Elemento rectificador semiconductor regulable para corriente de alta intensidad con un cuerpo de silicio monocristalino, conteniendo cuatro capas consecutivas de tipo conductor alternativamente opuesto (p-n-p-n ó bien n-p-
15. n-p) de las cuales la primera capa interior tiene, en comparación con todas las demás capas, el valor más bajo de la concentración de dotación que es casi constante a través de todo el espesor de la capa y desde la cual los valores de concentración en la segunda capa interior adyacente, que muestra el
20. tipo conductor opuesto, suben según aumenta la distancia por lo menos aproximadamente en proporción exponencial, caracterizado porque la primera capa interior tiene un grosor entre 100 y 200 μ y una concentración de dotación entre $2,5 \cdot 10^{14}$ y $1,0 \cdot 10^{14}$ cm^{-3} , porque el valor máximo de la concentración de
25. dotación en la segunda capa interior es en dos hasta cuatro potencias de diez más elevado y porque el trayecto de distancia, a través de la cual la concentración de dotación, en una sección parcial adyacente a la primera capa interior de la segunda capa interior, asciende en el factor $e = 2,7$ es de
30. 7 hasta 13 μ de largo.



5. 2ª.- Elemento rectificador según la reivindicación 1ª, caracterizado porque la proporción entre el grosor de la primera capa interior y la longitud de difusión L_0 en inyecciones más débiles - correspondientes a una zona de densidad de corriente de máximo aproximadamente 100 mA/cm^2 - de los portadores de minoridades de esta capa tiene un valor entre 1,5 y 2,5.
10. 3ª.- Elemento rectificador, según la reivindicación 2ª, caracterizado porque L_0 tiene un valor entre 50 y 70μ y la primera capa interior un grosor entre 100 y 140μ .
- 4ª.- Elemento rectificador, según reivindicación 2ª, caracterizado porque L_0 tiene un valor entre 70 y 100μ y la primera capa interior un grosor entre 140 y 200μ .
15. 5ª.- Elemento rectificador según reivindicación 1ª, caracterizado porque la primera capa interior es n-conductora y tiene una resistencia específica de unos 30 Ohmios cm.
20. 6ª.- Elemento rectificador según la reivindicación 1ª, caracterizado porque el valor máximo de la concentración de dotación en la segunda capa interior es en aproximadamente tres potencias de diez superior al más bajo.
25. 7ª.- Elemento rectificador según la reivindicación 1ª, caracterizado porque el trayecto de distancia a través del cual la concentración de dotación en una zona de la segunda capa interior adyacente a la primera capa interior sube en el factor $e = 2,7 \dots$, tiene una longitud de 10μ .
30. 8ª.- Elemento rectificador según la reivindicación 1ª, caracterizado porque en una zona de la segunda capa interior más alejada de la primera capa interior el ascenso de la concentración de dotación muestra un curso más pendiente.
- 9ª.- Elemento rectificador según la reivindicación 1ª,

316420



caracterizado porque la segunda capa interior tiene un grosor entre 30 y 60 μ .

5. 10^a.- Elemento rectificador segun la reivindicación 1^a, caracterizado porque la concentración de dotación en la segunda capa interior y en la capa exterior del mismo tipo transcurren simétricamente entre sí, visto desde la primera capa interior.

10. 11^a.- Elemento rectificador segun la reivindicación 1^a, caracterizado porque la concentración de dotación en la capa exterior que limita con la segunda capa interior es 10^{18} cm^{-3} ó mayor y porque la capa exterior que limita con la primera capa interior muestra una capa parcial superficial en la que la concentración de dotación es de aproximadamente 10^{18} cm^{-3} ó mayor.

15. 12^a.- Elemento rectificador segun la reivindicación 11, caracterizado porque toda la zona central inundada, al pasar la corriente en sentido de paso por portadores de corriente inyectados, tiene entre las dos zonas más elevadamente dotadas un grosor entre dos y cuatro veces la longitud de difusión L con inyecciones elevadas, correspondientes a un margen de intensidad de corriente de más de 10 A/cm^2 hasta aproximadamente 200 A/cm^2 .

20. 13^a.- Elemento rectificador segun la reivindicación 1^a, o cualquiera de las siguientes, caracterizado porque sobre un monocristal de silicio plano se ha precipitado ulterior silicio del tipo conductor, prescrito en cada caso, mediante descomposición pirolítica de un compuesto de silicio gaseoso bajo adición de una substancia de dotación correspondiente y la proporción cuantitativa de la substancia de dotación se graduó o modificó durante la precipitación de a-

316420



cuerto con la altura y el curso de la concentración deseado.

14ª.- Elemento rectificador según la reivindicación 10, caracterizado porque el curso simétrico de las concentraciones de dotación se logró mediante difusión.

5. 15ª.- Elemento rectificador según la reivindicación 11ª, caracterizado porque la concentración de dotación en la capa exterior mencionada se ha producido mediante sujeción por aleación de un folio de oro que contiene sustancia de dotación.

10. 16ª.- "Elemento rectificador semiconductor regulable para corriente de alta intensidad"; tal y como queda sustancialmente descrito en la presente memoria é ilustrado en los adjuntos dibujos.

Esta Memoria consta de veinte hojas escritas a máquina por una sola cara.

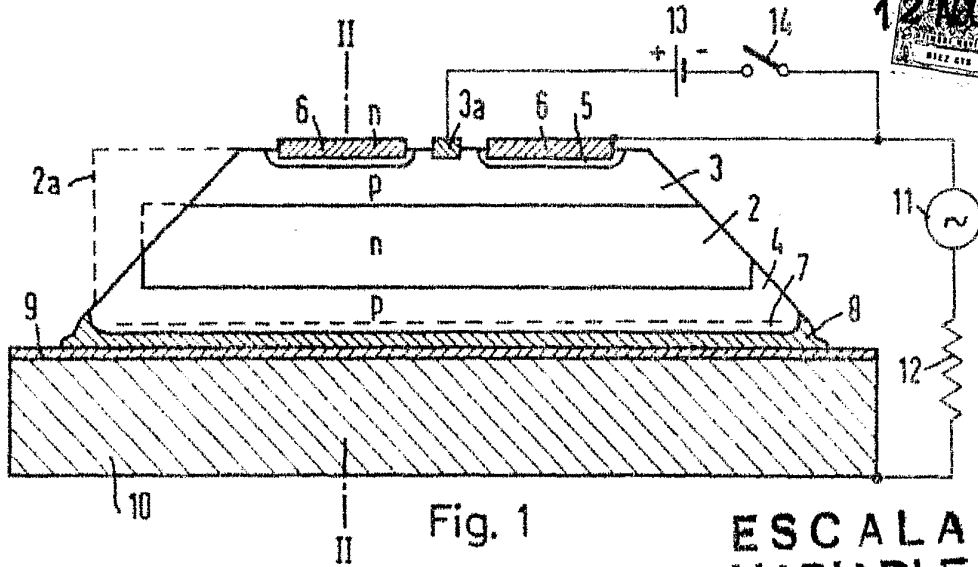
Madrid,

SIEMEN-SCHUCKERTWERKE AKTIENGESELLSCHAFT.

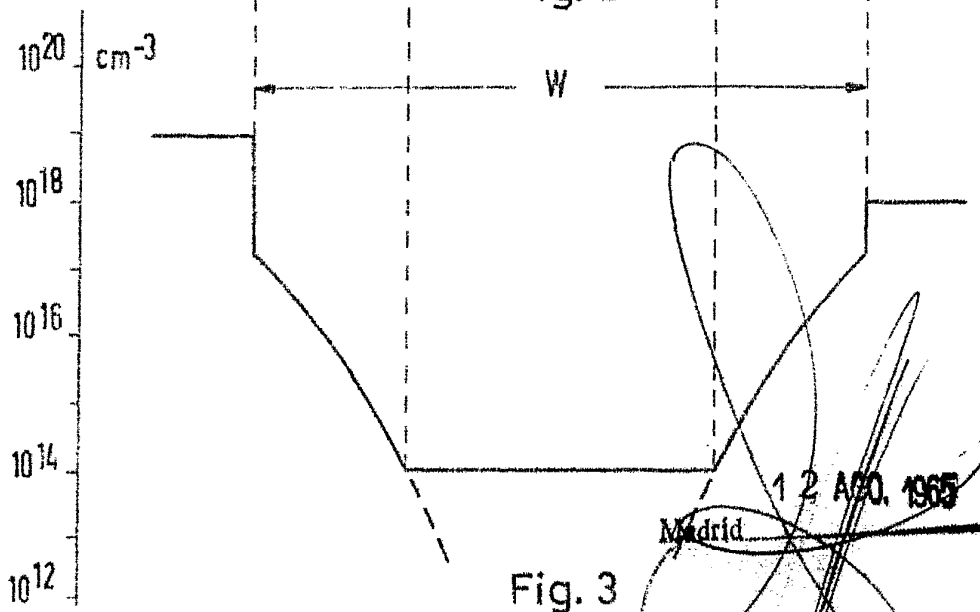
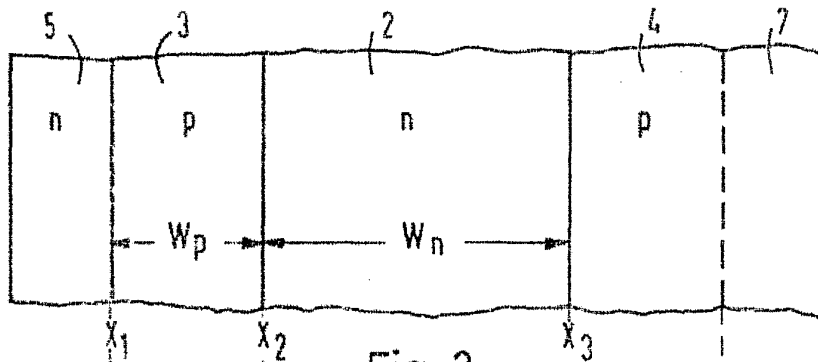
REGISTRADO Y MODELO

316420

12 ABO. 1965
MADRID

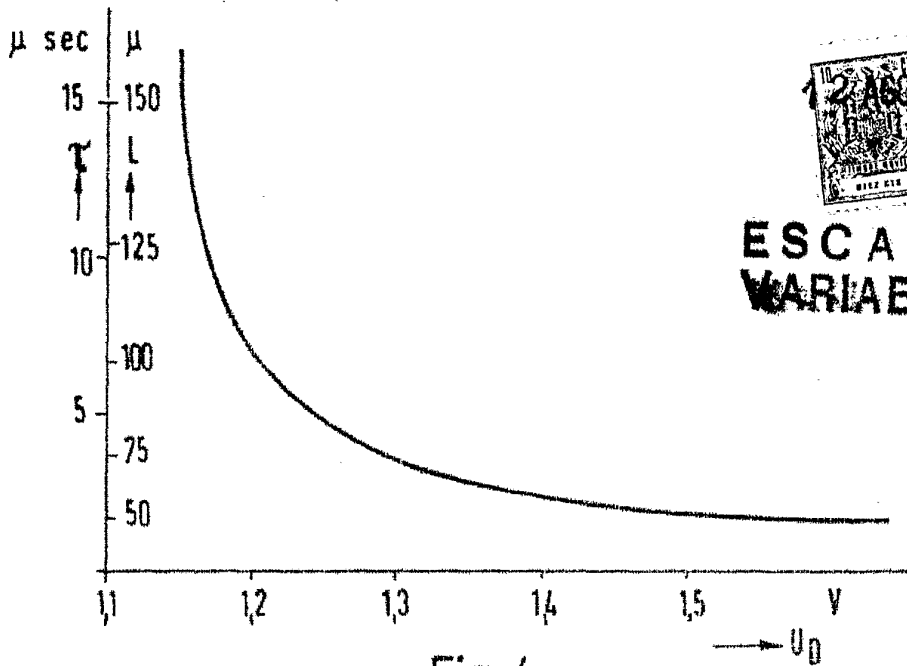


ESCALA VARIABLE



POOR QUALITY

316420



ESCALA
 VARIABLE

Fig. 4

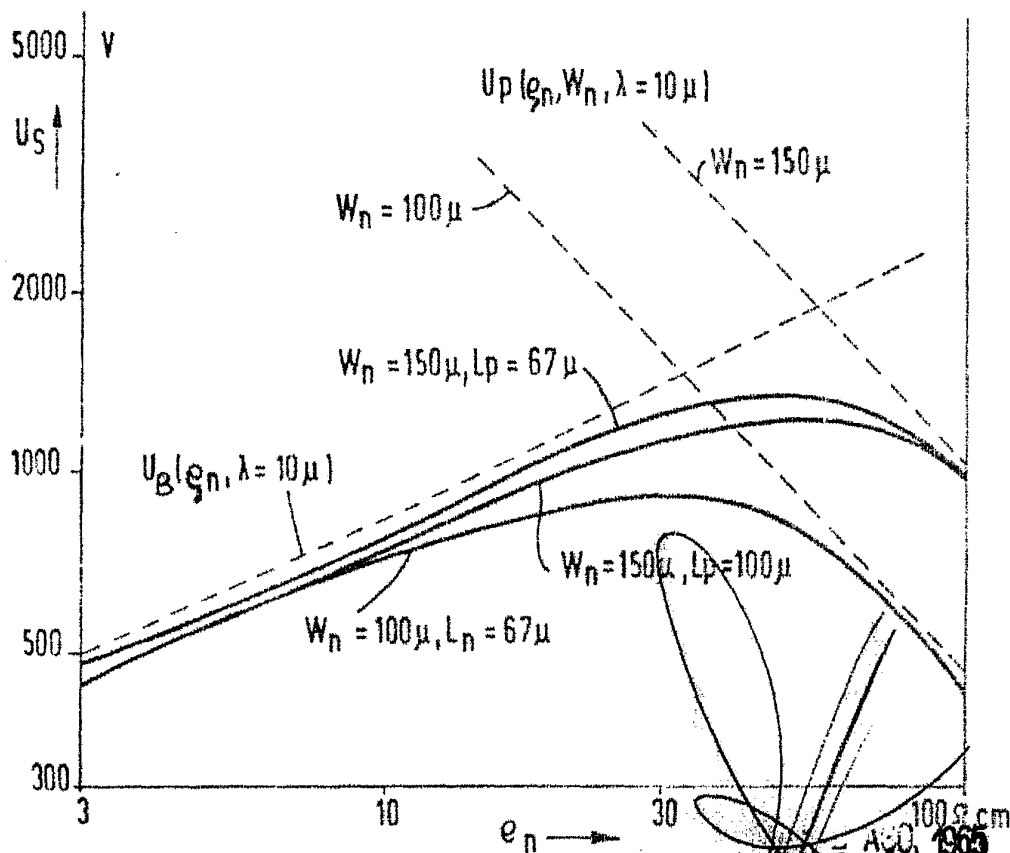


Fig. 5

POOR
 QUALITY