



321208

MEMORIA DESCRIPTIVA.

PATENTE DE INVENCION.

P A I S : ESPAÑA.

DURACION : 20 AÑOS.

OBJETO : "UN METODO DE PRODUCIR UN DISPOSITIVO  
"SEMI-CONDUCTOR".

A nombre de : GENERAL ELECTRIC COMPANY.

Residente en : SCHENECTADY (New York) 1, River Road.

Nacionalidad : ESTADOUNIDENSE.



321208

- Este invento se refiere a medios para mejorar las características de materiales semi-conductores que tienen al menos una unión interna entre dos zonas de características de conducción diferentes, así como las características de dispositivos que utilizan tales materiales. El invento tiene como objeto medios para aumentar el voltaje en sentido inverso que puede ser aplicado a tales dispositivos sin perforación y para aumentar la aptitud de tales dispositivos para disipar energía cuando el dispositivo se perfora en la dirección inversa. Tal como se usa en esta Memoria, el voltaje en sentido inverso es un voltaje que tiene una polaridad que normalmente provocaría la conducción a través de una unión dada en la dirección de gran impedancia. El invento proporciona un método para producir estructuras que hacen que sea práctico utilizar obleas del tipo mencionado en la técnica como obleas planas y planas pasivadas para aplicaciones de alta tensión.
- 5.-  
10.-  
15.-

- Una unión entre zonas de un material semi-conductor que tienen características de conducción de tipo opuesto proporciona un camino de baja resistencia a una corriente eléctrica que circula a través de la unión en un sentido, y una elevada resistencia al paso de la corriente en el sentido opuesto. Un voltaje que tiene una polaridad tal como para forzar una corriente a través de la unión en el sentido de la mayor resistencia es el voltaje en sentido inverso
- 20.-  
25.-



- a que se ha hecho referencia antes. Cuando se aplica un voltaje inverso a través de la unión entre zonas de material semi-conductor que tiene un exceso de electrones libres (característica de conducción de tipo N) y un exceso de
- 30.- agujeros positivos (característica de conducción de tipo P, o positiva), respectivamente, la región que rodea a la unión se convierte en deficiente en electrones libres y agujeros positivos (conocidos como portadores). La razón de que suceda esto es que, cuando se aplica un voltaje po-
- 35.- sitivo en la zona de conducción de tipo negativo y se aplica un voltaje negativo en la zona de conducción de tipo positivo, los portadores positivos son atraídos al terminal negativo del voltaje y los portadores negativos lo son al terminal positivo del voltaje. Así, los portadores a ambos
- 40.- lados de la unión son atraídos apartándose de la unión para formar una región (denominada la región de empobrecimiento o capa de carga espacial). La región de empobrecimiento es un dieléctrico a causa de su deficiencia en portadores de cualquier tipo.
- 45.- La región dieléctrica empobrecida es muy resistiva y es capaz de resistir altos voltajes. Por ejemplo, en la mayoría de los dispositivos prácticos, la región dieléctrica empobrecida es capaz de resistir un voltaje inverso de varios cientos de voltios sin degradación a través de
- 50.- la masa del material. Sin embargo, la mayoría de los dispositivos no son capaces de resistir más que una fracción relativamente pequeña del voltaje que la masa del material resistiría en la dirección inversa (ya en estado transitorio, ya en estado constante) debido al hecho de que la
- 55.- degradación ocurre primero a través o en torno de la su-



perficie. Por esta razón, se dice que la mayoría de tales dispositivos están limitados en superficie.

El hecho de que la mayoría de los rectificadores estén limitados en superficie impone severas limitaciones sobre la utilidad de los dispositivos. Para empezar, ello significa que el dispositivo no puede usarse en circuitos en que hayan de ocurrir probablemente voltajes de sentido inverso (ya en estado estable, ya transitorio) de sólo unos pocos cientos de voltios, sin tomar precauciones especiales (con frecuencia complicadas) para impedir la aplicación del voltaje inverso directamente a través del dispositivo.

Tan grave como pueda parecer este inconveniente, no lo es, quizás, como otros que ocurren porque tales dispositivos están limitados en superficie, a saber, inestabilidad del dispositivo y destrucción del mismo al ocurrir degradación de la superficie en la dirección inversa.

Lo más frecuente es que la inestabilidad del dispositivo se deba al hecho de que cambia la condición de la superficie del semi-conductor. Las características de tales dispositivos varían considerablemente con el estado o condición de la superficie. Por consiguiente, a menos que se tomen medidas para asegurar que el estado superficial no cambiará apreciablemente durante el uso del dispositivo, la estabilidad de éste será deficiente. En realidad, es mucho más difícil controlar la condición de la superficie del material que controlar las características de su masa y es ciertamente más difícil controlar o impedir los cambios en la condición de la superficie que controlar las características de su masa, sustancialmente constantes. El nudo de la cuestión es que, incluso con complicadas medidas tales como



la utilización de diversas clases de tratamiento superficial y la colocación del material semi-conductor en un recipiente evacuado y herméticamente estanco, el mecanismo del fallo de dispositivos rectificadores durante su funcionamiento es un resultado de la degradación de su superficie.

En cuanto a la cuestión referente a la destrucción del dispositivo, se sabe bien que los rectificadores típicos (que son dispositivos con limitación de superficie pueden ser permanentemente dañados o destruidos por sólo unos pocos vatios de corriente absorbidos durante la degradación, por ejemplo, por un voltaje transitorio muy breve, en la dirección inversa o de bloqueo. El hecho de que el material de la masa pueda disipar una gran cantidad de energía es fácilmente evidente tomando, como ejemplo, un rectificador típico de silicio y considerando que tales dispositivos, al menos momentáneamente, pueden disipar 1000 vatios de calor en la dirección directa de paso de la corriente sin daño en absoluto. Esta aparente anomalía puede explicarse considerando el hecho de que, para conducción en el sentido directo, la corriente y sus pérdidas de calor inherentes se extienden de un modo uniforme sobre toda la zona de la unión, permitiendo la máxima utilización de todo el mecanismo de enfriamiento del rectificador y de su capacidad térmica. Sin embargo, en el sentido inverso, la corriente de superficie del rectificador, bajo máximos elevados instantáneos de voltaje de bloqueo, encuentra alguna grieta microscópica o punto débil para concentrarse en ellos. Tales puntos débiles ocurren usualmente en la superficie de la unión donde la unión rectificadora emerge de la oblea de



silicio. En estos puntos diminutos, una fracción de vatio de calor concentrado puede ser suficiente para fundir y destruir las propiedades de bloqueo del rectificador, indiferentemente del tamaño del mismo. El problema del voltaje 120.- inverso es tan crítico que la clasificación transitoria en la dirección inversa se hace sobre la base del voltaje, no de la energía.

125.- Cuando tiene lugar un fallo debido a la aplicación de un voltaje inverso al rectificador a través de la masa del material y no sobre la superficie, el dispositivo puede disipar aproximadamente tanta energía, tanto en su estado estable como transitorio, en su sentido inverso como en su sentido directo. Cuando el dispositivo se degrada a través de la masa y pasa corriente en sentido inverso, la degra- 130.- dación se denomina "degradación de avalancha" (denominada a veces equivocadamente "degradación de zener". La degradación en avalancha de un diodo rectificador de silicio es una característica inherente no destructiva que se usa mucho a valores de corriente y de voltaje relativamente ba- 135.- jos como referencia de voltaje constante y regulador en los denominados diodos de zener. Lo mismo que un diodo de zener, un rectificador operado dentro de sus limitaciones térmicas mantienen un voltaje sustancialmente constante a través de él en la región de la avalancha, cualquiera que sea la corriente en esta región. Mientras la energía esté 140.- limitada por el circuito externo a la capacidad térmica del dispositivo, no resultan daños de una acción de avalancha verdadera. Por tanto, un dispositivo con degradación en avalancha uniforme que ocurra a un voltaje inferior a 145.- aquél al cual ocurre la degradación o perforación de la



superficie dieléctrica local, puede disipar cientos de veces más energía en sentido inverso con condiciones de sobre-voltaje transitorias que uno en que ocurra lo contrario.

- 150.- Quizás convenga señalar que la degradación o perforación es probable que ocurra en la superficie del material semi.conductor a causa del elevado gradiente de voltaje en la superficie del dispositivo. Dicho de otro modo, la degradación ocurre en la superficie debido a una elevada concentración de campos eléctricos en la superficie. Como cuestión práctica, el sitio en que usualmente el campo eléctrico tiene la máxima intensidad está en las proximidades de la unión entre las dos zonas de características de tipo de conductividad opuesto. Por ejemplo, la región de transición o unión entre las dos zonas de conducción diferentes puede ser del orden de  $10^{-3}$  cm de espesor. Así, se ve fácilmente que ocurre un campo eléctrico muy intenso (gran intensidad del campo eléctrico) en un área superficial del cuerpo interceptada por la unión.
- 160.-
- 165.- Se han desarrollado cierto número de enfoques para crear dispositivos semi-conductores en los cuales la degradación debida al voltaje en sentido inverso ocurra en la masa del material del dispositivo semi-conductor en lugar de ocurrir en la superficie y dispositivos semi-conductores con problemas de estabilidad de la superficie ampliamente eliminados.
- 170.-
- 175.-

Un enfoque para reducir al mínimo los problemas superficiales se conoce en la técnica como técnica de la pasivación en un plano. Este método implica enmascarar un cuerpo semi-conductor de un tipo de conductividad con un óxido y



- formar o dejar una abertura en el óxido. El material de activación de tipo de conductividad opuesto se difunde en el cuerpo a través de la abertura para formar una unión que llega a la superficie del cuerpo bajo la capa de óxido. El
- 180.- Óxido es una capa aislante que protege (pasiva) la superficie del cuerpo, particularmente donde la unión llega a la superficie. La técnica de la pasivación en un plano trabaja bien para dispositivos de bajo voltaje y poca señal pero en general no es práctica para dispositivos que requieran características de degradación en avalancha superiores a 500
- 185.- voltios debido a limitaciones prácticas. Las brascas esquinas de la unión (es decir, pequeños radios en la unión) y el fenómeno conocido como apilamiento por debajo del óxido son dos factores principales que en general limitan el voltaje de degradación de dispositivos fabricados por el procedimiento de pasivación en un plano.
- 190.-

- Las estructuras de dispositivos, particularmente la configuración de la unión, que pueden aprovechar las mejores características del procedimiento en un plano (por ejemplo, superficie de oblea protegida) y extender al mismo tiempo la gama de voltaje inverso que el dispositivo puede resistir antes de la degradación, asegurando que la degradación ocurrirá en avalancha a través de la masa, se describen y reivindican en la solicitud de Patente No. 32k.146.
- 195.-
- 200.- La distribución resultante de la energía en todo el volumen de las estructuras del dispositivo proporciona una disipación segura y no destructiva de los valores transitorios de voltaje que, de otro modo, darían como resultado la destrucción del dispositivo.
- 205.- El presente invento se refiere a métodos de producir



- dispositivos y estructuras de unión descritas en la mencionada solicitud de Patente. Las estructuras previstas en esa solicitud incluyen cada una un cuerpo semi-conductor que tiene dos superficies principales provistas de al menos
- 210.- dos zonas de tipo de conductividad opuesto que definen una unión rectificadora entre ellas, estando una de las zonas compuesta por dos regiones, una denominada interna porque al menos parte de ella ocupa una parte de una porción importante de la oblea interiormente espaciada de la periferia del cuerpo, y una región que ocupa una parte de la misma cara importante, rodeando a la región interna y teniendo una resistencia de lámina que es mayor que la de la región interna en una magnitud necesaria para permitir que la capa de carga espacial asociada con la unión se extienda sobre, sustancialmente, toda la superficie de la
- 220.- región circundante antes de la degradación en avalancha. La unión y la región circundante pueden estar cubiertas con un óxido u otro recubrimiento aislante.
- Entonces, por consiguiente, al realizar el presente
- 225.- invento, se crea un método que incluye utilizar un cuerpo semi-conductor con al menos una zona de un tipo de conductividad junto a una superficie principal, enmascarar al menos una parte de una superficie principal del cuerpo que rodea a una zona a convertir intensamente con un material aislante y difundir al menos una impureza de tipo
- 230.- de conductividad opuesto al de la primera zona dentro de la superficie principal enmascarada durante un tiempo suficiente para convertir intensamente la parte no enmascarada y convertir ligeramente la superficie que está inmediatamente debajo de la máscara.
- 235.-



Las nuevas características que se estiman fundamentales del invento se exponen en detalle en las reivindicaciones finales. El propio invento, sin embargo, tanto en lo que se refiere a su organización como al método de trabajo, junto con otros objetos y ventajas del mismo, podrá comprenderse mejor haciendo referencia a la siguiente descripción tomada conjuntamente con los dibujos anejos, en los cuales:

Las figs. 1 y 2 son secciones verticales centrales a través de gránulos u obleas rectificadores semi-conductores que utilizan las enseñanzas del presente invento y que se usan en la explicación del método de producir la estructura; y

la fig. 3 es una sección vertical central a través de un cuerpo semi-conductor que utiliza las enseñanzas del presente invento e ilustra el método según se emplea en la formación de dispositivos NPNP tal como rectificadores controlados.

En la fig. 1, la sección transversal de un segmento de una oblea 10 de material semi-conductor mono-cristalino tal como silicio o germanio se muestra en forma algo diagramática. La oblea, para muchos dispositivos semi-conductores, será circular, de modo que tenga la forma general de un tejuelo y en otros puede ser cuadrada o rectangular. Con el fin de tener un dispositivo práctico, es necesario proporcionar contactos eléctricos de baja resistencia 11 y 12 (contactos óhmicos) sobre las superficies principales superior e inferior de la oblea 10. La oblea 10 tiene dos zonas de tipo de conductividad diferente, a saber, una zona 13 de tipo de conductividad N junto a la cara principal inferior y una zona superior 14 de tipo de conductividad P junto a la cara prin-

321208



- 270.- cipal superior. Los límites o unión entre las dos zonas 13 y 14 definen una unión PN, 15. Con el fin de hacer que la oblea 10 sea limitada en volumen más que limitada en superficie, y reducir el campo eléctrico máximo superficial en la región de la unión 15 en condiciones de polarización inversa, la zona superior de tipo P 14 está provista de dos regiones 16 y 17 del mismo tipo de conductividad pero de diferente resistividad y resistencia en hoja. La zona superior 14 de tipo P tiene la región central 16 marcada P+ para indicar que está muy activada (tiene un gran número de portadores de tipo P) y la región 17 que rodea a la región P+ 16 en la superficie superior principal de la oblea 10 está marcada P- para indicar que está sólo ligeramente activada (tiene un pequeño número de portadores de tipo P) con relación al material que está alrededor de ella. Por consiguiente, la región central de tipo P+ 16 es muy conductora (tiene baja resistividad y resistencia de hoja) y la región circundante de tipo P- tiene baja conductividad (gran resistividad y alta resistencia de hoja).
- 280.- Con el fin de establecer las conductividades y dimensiones de los elementos estructurales de la oblea 10 para su ulterior discusión, para explicar la forma en que trabaja el dispositivo y el método de producir la estructura, se dan aquí parámetros ilustrativos. En un ejemplo, la oblea 10 es una oblea de corte cuadrado de 1,8 mm de lado y 0,2 mm de grueso. El material de partida es de tipo N con una resistividad de 18 ohmios por centímetro. Se forma una capa aislante de dióxido de silicio 18 de entre 8.000 y 12.000 angstroms de espesor sobre la cara superior principal de la oblea 10 y una ventanilla 19 de unos 1,27 mm de diámetro es formada por
- 285.-
- 290.-
- 295.-



ataque químico sobre la región central 16 que ha de convertirse en material del tipo P+. En un dispositivo, se lleva a cabo una difusión simultánea de boro y galio para formar una región central P+ 16 con una profundidad de 0,02 mm y una concentración de impurezas superficiales (determinada por el boro) de  $8 \times 10^{18}$  átomos por centímetro cúbico y una zona extendida de carga especial circundante 17 de 0,02 mm de grueso con una concentración de impurezas superficiales de aproximadamente  $7 \times 10^{16}$  átomos por centímetro cúbico determinada por difusión del galio a través de la capa de óxido 18.

Aun cuando estos dispositivos representan una clara mejora sobre los de la técnica anterior, se obtienen resultados todavía mejores tomando la oblea 10 enmascarada con óxido con la ventana de 1,27 mm de diámetro obtenida por ataque químico en el óxido y difundiendo con boro como fuente única. La región central P+ 16 está difundida con boro hasta una profundidad de unos 0,045 mm con una concentración superficial de aproximadamente  $1 \times 10^{20}$  átomos por centímetro cúbico y al mismo tiempo la región circundante P- 17 está difundida a través del óxido 18. Así, la región P- 17 circundante tiene aproximadamente 0,011 mm de grueso y tiene una concentración superficial de aproximadamente  $1 \times 10^{15}$  átomos por centímetro cúbico. Esto suponía una difusión de boro durante 35 horas a 1235°C.

El objeto de disponer la región 17 de gran resistividad en torno de la región central 16 de baja resistividad es forzar al campo eléctrico a extenderse antes de la degradación en avalancha de la unión. Se recordará que una razón primordial para la degradación superficial es una concentración del campo eléctrico en la superficie y en la región de la



- unión. Como la región 17 obliga al campo eléctrico en la superficie de la oblea a extenderse, se llama, para mayor conveniencia, la región extendida de campo o carga especial. Una forma de considerar el funcionamiento del dispositivo es considerar que la extensión del campo es causada o forzada por
- 330.- la activación de la región 17 de extensión del campo tan ligeramente (proporcionando una gran resistencia de hoja) que todos los portadores en la región son "consumidos" antes de la degradación en avalancha. Nótese que esto presupone que la
- 335.- región 17 ha de tener portadores del mismo tipo de conductividad que los que se encuentran en el resto de la zona 14 (por consiguiente, opuesto al de los portadores del lado opuesto de la unión 15). Así, haciendo la región 17 de extensión del campo intrínseca o ligeramente del tipo N, no se obtiene la misma función de extensión del campo. Por la discusión que antecede, puede sacarse la conclusión de que la técnica de la región 17 de extensión de la zona es gobernada por el número de átomos de impurezas (y la resistencia de hoja) encontrado en la región. Para un efecto dado de extensión
- 340.- de la zona, cuanto mayor sea la concentración presente de átomos de impurezas, menor debe ser el espesor de la región de extensión y, a la inversa, cuanto menor sea la concentración de átomos de impurezas, más gruesa debe ser dicha región.
- 345.-
- 350.- La difusión a través del recubrimiento de óxido durante un tiempo suficiente para convertir el material que está justamente debajo del óxido tiene también el beneficioso efecto de hacer las esquinas de la unión más redondas de lo que sería el caso con el ciclo usual de difusión en un plano. Esto
- 355.- ayuda a impedir la degradación por bajo voltaje en el dis-

321208



positivo.

360.- Se ha determinado que el voltaje requerido para forzar a la región de carga espacial a la superficie debe estar entre 20 y 70% del voltaje de degradación deseado. En la gama de 100 a 2000 voltios, la carga sin cubrir entre la capa de carga espacial en la región P 17 no varía mucho sobre este voltaje de degradación. Los cálculos (comprobados por ensayos) indican que la resistencia de hoja  $R_s$  para la región de extensión del campo P- 17 debe ser mayor de 1000 ohmios por unidad de superficie. Esta resistencia de hoja es calculada del mismo modo que en la bibliografía y servirá como norma en la determinación del ciclo o ciclos de difusión requeridos para conversión del material de debajo del óxido.

370.- En la figura 2 se ilustra un dispositivo semi-conductor similar. En esta realización, los elementos que corresponden a la fig 1 han recibido los mismo números de referencia. Esta realización difiere de la de la fig 1 en que la región 17 de extensión del campo está dividida en dos secciones o escalones. La primera es una sección P 25 que rodea inmediatamente a la región central de tipo P+ 16 y realiza la misma función que la región P- 17 descrita en la fig. 1. Además, una segunda sección 26 de igual conductividad pero mayor resistencia de hoja rodea inmediatamente a la región P- 25. La sección 26 está designada P-- para indicar que tiene mayor resistencia de hoja que la región P- 25.

380.- La sección adicional 26 de mayor resistencia de hoja proporciona un medio adicional para extender el campo eléctrico sobre la superficie. Los cálculos y los ensayos indican que la resistencia de hoja de cada sección de extensión adicional (por ejemplo, la sección 26) debe ser aproximadamente

385.-



28 Dic 1965

30% mayor que la sección adyacente. Así, la resistencia de hoja de la sección 25 debe ser de 1000 ohmios o más y la sección adicional 26 debe tener 1300 ohmios o más. Se observará que el espesor de la capa aislante de dióxido de silicio 24 que está inmediatamente sobre la sección P- 26 (designada con 27) es mayor que el que está sobre la sección P- 25. Esto se hace como operación en la fabricación del dispositivo. El espesor de las dos partes de la capa 24 es controlado de manera que la conversión a través del óxido tenga lugar en la cantidad correcta para dar la resistencia en hoja deseada a las secciones 25 y 26 de la región de extensión de la carga espacial 17 y la región central P+ 16.

El dispositivo de la fig. 3 utiliza el invento en una estructura que es útil para rectificadores controlados. Es decir, la estructura de la fig. 3 es un dispositivo NPNP. Esta figura se usa también para describir cómo se emplea el invento para formar un dispositivo de uniones múltiples.

El dispositivo de la fig. 3 se hace partiendo de un cuerpo de material de tipo de conductividad N 30 que finalmente forma la zona interna de tipo N del dispositivo. Las zonas de tipo P 31 y 31 se difunden en las caras principales superior e inferior del cuerpo 30 simultáneamente y a través de una máscara de óxido como antes se ha descrito. Es decir, esta difusión se hace de tal modo que la zona de emisor 31 inferior de tipo P esté compuesta de una región central de tipo P+ rodeada por una región 34 de extensión de carga espacial P- y la zona superior de tipo P 32 esté compuesta de un región central 35 de tipo P+ rodeada por una región 36 de extensión de carga espacial P-. Así, se ve que se forma una unión de emisor inferior 37 entre el emisor in

321208



- ferior 31 y la zona de tipo N 30 y una unión de colector 38 se forma entre la zona superior de tipo P 32 y la zona interior 30 de tipo N. Cada una de estas uniones funciona como se ha descrito en relación con la unión 15 del rectificador
- 420.- de la fig. 1 para extender el campo eléctrico en las regiones de extensión de carga espacial en condiciones de polarización inversa (polarización inversa para la unión particular). Como hemos ilustrado aquí, las capas aislantes 39 y 40 respectivamente están provistas sobre las regiones 36 y
- 425.- 34 superior e inferior de extensión de la carga espacial respectivamente, de modo que la región de superficie crítica de la oblea es, de hecho, pasivada. Las capas de óxido citadas son, de preferencia, parte de la máscara original utilizada en la formación de las uniones del dispositivo.
- 430.- Con el fin de completar la estructura NPNP, se difunde una zona de emisor 41 superior de tipo N en la zona superior de tipo P 32. En esta realización, la zona superior de emisor de tipo N 41 se ilustra formada por dos regiones de tipo N separadas 42 y 43. Esto, sin embargo, no es necesario,
- 435.- pero proporciona un buen medio de formar electrodos de emisor 44 y 45 que se extienden a través de las uniones de emisor formadas entre las regiones de emisor de tipo N 42 y 43 de la región superior de tipo P+ 35. Las ventajas de la construcción acortada de emisor se describen plenamente en la
- 440.- solicitud de Patente americana No. 838.504 presentada el 8 de Septiembre de 1.959 a nombre de Richard W. Aldrich y Nick Holonyak, Jr y cedida al cesionario del presente invento. Un electrodo emisor inferior 46 se dispone sobre la región inferior 33 de tipo P+. Los electrodos emisores inferiores 46
- 445.- y los electrodos emisores superiores 44 y 45 forman los eleg



450.- trodos principales del dispositivo. Para los fines de conectar y desconectar el dispositivo, se dispone un electrodo de barrera o puerta 47 entre las regiones 42 y 43 de la zona 41 de emisor superior. Puesto que el funcionamiento del rectificador controlado no forma parte del presente invento y puesto que se conoce bien, no lo describiremos aquí.

455.- Se comprenderá que si la zona inferior 33 de tipo P de la oblea 30 no se formara, la estructura del dispositivo correspondería a la de un transistor en un plano, particularmente si se forma la zona superior de tipo N en una sola región y no en las dos. Así, se ve que el método descrito es también útil para la formación de transistores.

460.- Aun cuando las estructuras particulares en las cuales el invento es particularmente útil han sido ilustradas y descritas, se comprenderá, por supuesto, que el invento no queda limitado a ellas ya que a los técnicos los resultarán evidentes muchas modificaciones para permitir que sean satisfechos diversos requisitos y ambientes. El invento es capaz de una extensa aplicación y sus propiedades peculiares  
465.- aprovechan las ventajas de los dispositivos semi-conductores que utilizan materiales distintos de los descritos y tales dispositivos formados de otros modos sin apartarse del espíritu del invento. Además, se considera que dispositivos semejantes, en el sentido de dispositivos que tienen en esencia la misma estructura pero que tienen conductividades  
470.- opuestas para las zonas ilustradas quedan también dentro del alcance del invento. Los expertos reconocerán que pueden emplearse otras fuentes de difusión para producir la conversión de tipo N a través de una capa de óxido. Por consiguiente,  
475.- el invento no se considera limitado a los ejemplos ele-



gidos con fines de ilustración y se considera que las adjuntas reivindicaciones cubrirán cualesquiera de tales modificaciones que caigan dentro del verdadero espíritu y alcance del invento.

480.- N O T A.-  
\*\*\*\*\*

Los puntos de invención propia y nueva que se presentan para que sean objeto de esta Patente de Invención en España, por veinte años, son los siguientes:

- 1º.- Un método de producir un dispositivo semi-conductor, comenzando con un cuerpo de material semi-conductor que tiene una zona de un material de un tipo de conductividad junto a una superficie principal, que comprende las operaciones de producir un recubrimiento de un material aislante sobre al menos dicha superficie principal de dicho cuerpo semi-conductor, retirar parte de dicho recubrimiento aislante dejando así al descubierto una zona de dicha superficie y dejando dicho material aislante en torno de la periferia de dicha zona, y difundir una impureza de un tipo de conductividad opuesto al de dicha zona en dicha superficie principal primera durante un tiempo suficiente para convertir una región de dicho cuerpo inmediatamente debajo de dicha capa aislante en una región de gran resistividad de tipo de conductividad opuesto.

- 2º.- Un método de producir un dispositivo semi-conductor con características de degradación del cuerpo y características de estabilidad superficial partiendo de un cuerpo de material semi-conductor que tiene una zona de material de un tipo de conductividad junto a una superficie principal que incluye formar en dicha superficie principal una zona



- 505.- de un tipo de conductividad que es opuesto al primer tipo de conductividad citado, incluyendo dicha zona de tipo de conductividad una primera región de material muy conductor rodeada en dicha superficie citada por una segunda región de gran resistividad con relación a dicha primera región.
- 510.- 3º.- El método del punto 2º, en el cual dicho revestimiento de material aislante tiene al menos dos espesores sustancialmente diferentes y dicha operación de difusión se lleva a cabo durante un tiempo suficiente para convertir una región de dicho cuerpo situada inmediatamente debajo de ambos espesores de material aislante.
- 515.- 4º.- Un método de producir un dispositivo semi-conductor que tiene estabilidad superficial y características de degradación del cuerpo partiendo de un cuerpo de material que tiene una zona de tipo de conductividad N junto a una superficie principal, formar un recubrimiento de óxido al menos sobre dicha superficie principal, quitar una parte de dicho recubrimiento de óxido desde al menos una zona espaciada hacia dentro de la periferia de dicho recubrimiento y difundir al menos un activador de tipo de conductividad P en dicha superficie principal durante un tiempo suficiente para convertir una región de dicho cuerpo situada inmediatamente debajo de dicha capa aislante en una región de gran resistividad de tipo de conductividad P.
- 520.- 5º.- Un método de producir un dispositivo semi-conductor que tiene estabilidad superficial y características de degradación del cuerpo, partiendo de un cuerpo de material que tiene una zona de material de tipo de conductividad N junto a una superficie principal, formar un recubrimiento de óxido de entre ocho y doce mil angströms de espesor al



28 DIC. 1965

535.- menos en dicha superficie principal, quitar una parte de dicho recubrimiento de óxido de al menos una parte dentro de la zona superficial, y difundir el activador boro en dicha superficie principal durante un tiempo suficiente para convertir una región de dicho cuerpo inmediatamente debajo de dicha capa aislante en una región de gran resistividad de tipo de conductividad P.

62.- "UN METODO DE PRODUCIR UN DISPOSITIVO SEMI-CONDUCTOR", todo tal y conforme se describe en la presente memoria, la cual consta de 545 líneas y a título de ejemplo se representa en el adjunto dibujo.

Madrid, 28 DIC. 1965

ESCALA VARIABLE.

FIG.1.

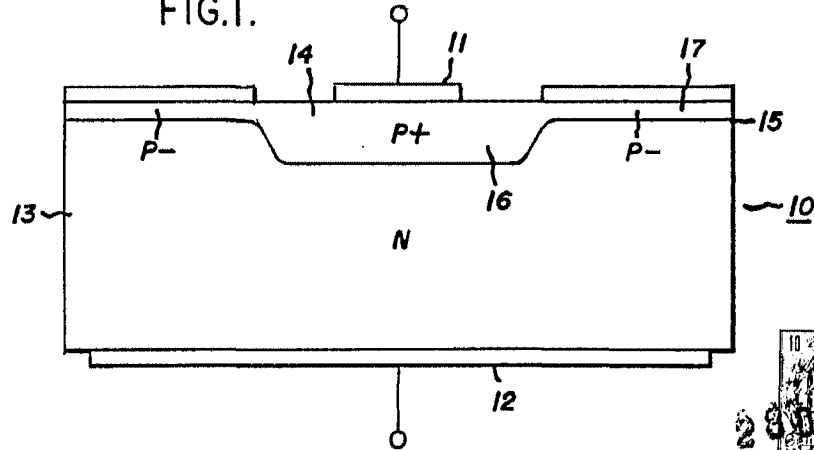
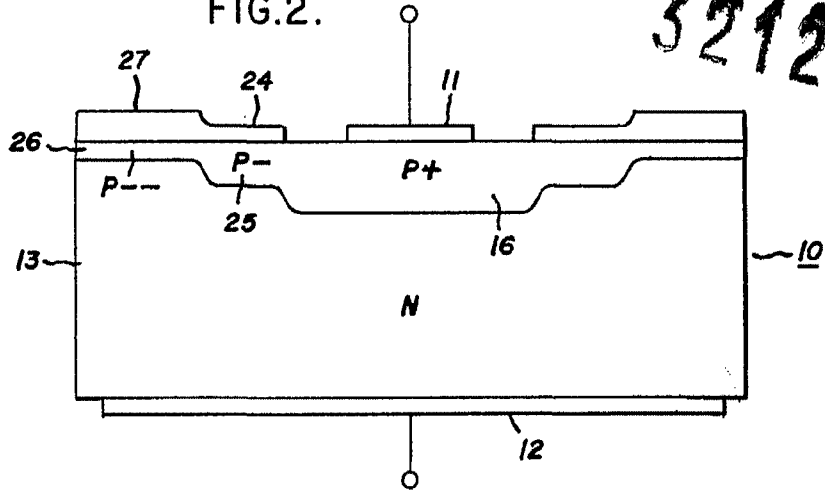


FIG.2.



Madrid, 28 DIC. 1965

FIG.3.

