

PATENTE DE INVENCION

SECCION TECNICA
CLASIFICACION I. P. U.
CLASE <u>H-01</u>
SUBCLASE <u>L</u>

F-1049-Sp



Memoria Descriptiva

sobre:

Perfeccionamientos en la construcción de estructuras
de semiconductores.

375322

Solicitante FAIRCHILD CAMERA & INSTRUMENT CORPORATION,
entidad norteamericana, residente en
464 Ellis Street, Mountain View, California, 94040,
EE. UU. de A.

Esta invención se refiere a una estructura
de diodo de barrera "Schottky" y al procedimiento para
su fabricación. Más particularmente, esta invención se
refiere a un circuito integrado que tiene un diodo de
barrera "Schottky" como uno de los elementos de circui-

5.

375322

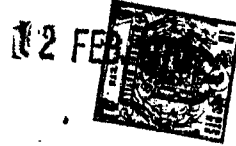
-2-



to. Las etapas del proceso para formar el diodo de barrera "Schottky" pueden constituir una parte de un procedimiento general para fabricar un circuito integrado completo.

5. Un diodo de barrera "Schottky" generalmente comprende un metal conductor que hace contacto rectificador con una pieza de material semiconductor, estando formado una unión de metal y semiconductor entre ambos. Diversas ventajas para los circuitos se obtienen al usarse uno o mas diodos de barrera "Schottky"
10. en conjunción con diversas configuraciones de circuitos integrados, especialmente en aplicaciones a interruptores y a la radio-frecuencia. Una característica de la unión de metal y semiconductor de un diodo de barrera "Schottky" es la de que no se inyectan portadoras minoritarias a la porción de semiconductor durante la condición de polarización directa. Como resultado de ello, la unión de metal y semiconductor no tiene almacenado un exceso de cargas de portadora minoritaria. Por comparación, con una unión PN (unión entre dos regiones de material semiconductor de polaridad opuesta), las portadoras minoritarias son inyectadas a una o a ambas de las porciones de semiconductor. Cuando el voltaje de polarización es súbitamente cambiado de la polarización directa a la polarización inversa, fluye corriente en tanto existan almacenadas portadoras minoritarias a disposición para ser colectadas. En tal virtud, a velocidades de interrupción suficientemente rápidas, la carga almacenada proporciona flujo de corriente en la dirección que normal-
- 15.
- 20.
- 25.
- 30.

375322-3-



- mente es no conductora. La unión de metal y semiconductor, sin embargo, no depende de las portadoras minoritarias para su operación. Consecuentemente, la velocidad de interrupción o cambio es mucho mayor comparada con la de la unión PN.
5. En las técnicas anteriormente conocidas se han empleado diversos procedimientos y combinaciones de materiales para formar la unión de metal y semiconductor. En general, una capa de metal es formada sobre una superficie expuesta de semiconductor, a manera de formar una unión entre ambas. Sin embargo, debe tenerse un cuidado extremado para mantener limpia la superficie de material semiconductor antes de formar la capa de metal. La contaminación indeseada entre el metal y la capa de semiconductor puede afectar en forma dañina las características eléctricas de la unión, convirtiendo en tal virtud al dispositivo en inaceptable para muchas aplicaciones. Haciendo referencia a la figura 1, en ella se ilustran las características típicas de voltaje y corriente para la operación de un diodo con polarización directa y con polarización inversa. Cuando se aplica al diodo voltaje de polarización inversa (indicado en la gráfica como un voltaje negativo), es deseable que fluya poca corriente cuando el diodo es operado por debajo de su voltaje de interrupción. Sin embargo, en muchos de los dispositivos empleados en las técnicas anteriormente conocidas (tal como se indica mediante la curva 1 de la figura 1), la corriente puede fluir entre el voltaje cero del punto 5 y el voltaje de interrupción del punto 7, y este
- 10.
- 15.
- 20.
- 25.
- 30.

375322

-4-



- flujo de corriente aumenta conforme el voltaje de polarización inversa aumenta. El flujo indeseado de corriente antes de la interrupción se denomina corriente de dispersión. Un elemento que causa la corriente de dispersión es la contaminación que se encuentra entre la unión de metal y semiconductor, dentro de esta o a lo largo de la misma. Para impedir la contaminación indeseada, una técnica de las anteriormente conocidas ha sido la de limpiar la superficie del material semiconductor, tal como silicio, utilizando una solución de ácido fluorhídrico y agua. La superficie es después mantenida sumergida en alcohol metílico hasta que la capa de metal va a ser formada sobre ella. Esta técnica, al ser utilizada en conjunción con otras etapas en el proceso de preparación de semiconductores, resulta incómoda. Mas aún, los resultados son con frecuencia impredecibles, especialmente cuando ha transcurrido un lapso de tiempo entre la etapa original de lavado o limpieza y la etapa de formación del metal.
5.
10.
15.
20. Otra de las técnicas anteriormente conocidas comprende el eliminar los contaminantes de la superficie mediante grabado, realizando inmediatamente después las ulteriores etapas del proceso. Otra técnica mas consiste en el raspado al vacío para eliminar las contaminaciones de la superficie y después mantener el dispositivo al vacío para realizar ahí las siguientes etapas del proceso. Tanto la técnica de grabado como la de raspado al vacío resultan incómodas y difíciles de incorporar o conjuntar con otras técnicas de la fabricación de semiconductores.
25.
30.

375322



-5-

- Aún cuando no se sabe plenamente cuáles son todos los factores de la contaminación, se cree que parte de la contaminación consiste en diminutas partículas de óxido que quedan sobre la superficie de semiconductor después que una porción de la capa protectora es levantada. Algunas de estas partículas de óxido permanecen aún después de las etapas de limpieza y enjuague. Así pues, se requiere una técnica que reduzca mas la contaminación a lo largo de la parte expuesta de la capa de semiconductor antes de formar sobre ella una capa de metal, siendo necesario que dicha nueva técnica sea compatible con las otras que se emplean en la fabricación de semiconductores, y siendo preferible que no implique la necesidad de etapas adicionales en el proceso. Más aún, aunque en las técnicas anteriormente conocidas se han utilizado diversas clases de metales para formar la unión de metal y semiconductor, resulta especialmente ventajoso que el metal seleccionado sea también capaz de formar las capas de interconexión entre las regiones activas, por ejemplo, para las aplicaciones de circuitos integrados.
5. de semiconductor después que una porción de la capa protectora es levantada. Algunas de estas partículas de óxido permanecen aún después de las etapas de limpieza y enjuague. Así pues, se requiere una técnica que reduzca mas la contaminación a lo largo de la parte expuesta de la capa de semiconductor antes de formar sobre ella una capa de metal, siendo necesario que dicha nueva técnica sea compatible con las otras que se emplean en la fabricación de semiconductores, y siendo preferible que no implique la necesidad de etapas adicionales en el proceso. Más aún, aunque en las técnicas anteriormente conocidas se han utilizado diversas clases de metales para formar la unión de metal y semiconductor, resulta especialmente ventajoso que el metal seleccionado sea también capaz de formar las capas de interconexión entre las regiones activas, por ejemplo, para las aplicaciones de circuitos integrados.
10. sobre ella una capa de metal, siendo necesario que dicha nueva técnica sea compatible con las otras que se emplean en la fabricación de semiconductores, y siendo preferible que no implique la necesidad de etapas adicionales en el proceso. Más aún, aunque en las técnicas anteriormente conocidas se han utilizado diversas clases de metales para formar la unión de metal y semiconductor, resulta especialmente ventajoso que el metal seleccionado sea también capaz de formar las capas de interconexión entre las regiones activas, por ejemplo, para las aplicaciones de circuitos integrados.
15. Más aún, aunque en las técnicas anteriormente conocidas se han utilizado diversas clases de metales para formar la unión de metal y semiconductor, resulta especialmente ventajoso que el metal seleccionado sea también capaz de formar las capas de interconexión entre las regiones activas, por ejemplo, para las aplicaciones de circuitos integrados.
20. para las aplicaciones de circuitos integrados.

- La estructura de diodo de barrera "Schottky" a que se refiere la invención puede ser formada mediante un procedimiento en el cual las características de polarización inversa de la unión de metal y semiconductor se aproximan a las de un diodo ideal (ilustrado mediante la curva 2, de la figura 1). La contaminación daña a lo largo de la unión de metal y semiconductor y en las proximidades de la misma, así como la corriente de dispersión indeseada, que se
25. características de polarización inversa de la unión de metal y semiconductor se aproximan a las de un diodo ideal (ilustrado mediante la curva 2, de la figura 1). La contaminación daña a lo largo de la unión de metal y semiconductor y en las proximidades de la misma, así como la corriente de dispersión indeseada, que se
30. así como la corriente de dispersión indeseada, que se

375322

12 FEB. 1978



-6-

- deriva de tal contaminación, son eliminadas. Más aún, el procedimiento de la invención permite que el mismo metal que se utiliza para las capas de interconexión comprenda una porción de la unión de metal y semiconductor, reduciéndose en tal virtud aún más las etapas que se requieren para el proceso. La estructura puede ser fácilmente integrada y puede ser aplicada a configuraciones de circuitos integrados, a integración en gran escala, a disposiciones complejas y a otros tipos de dispositivos de estado sólido sin aumentar el número de etapas en el proceso que ya se empleaban anteriormente en la fabricación de circuitos integrados. Además, la estructura es particularmente adecuada para aplicaciones de interrupción y de radio-frecuencia, tales como las superiores a un megahertzio.
- 5.
- 10.
- 15.

- Descrita con brevedad, la estructura de la invención para un diodo de barrera "Schottky" comprende una capa de material semiconductor de un tipo de conductividad, la cual tiene una superficie. Superpuesta a dicha superficie se encuentra una capa de material protector formada a manera de exponer una porción de la capa de semiconductor. Un metal conductor está superpuesto y se adhiere a la capa de semiconductor expuesta y forma una conexión entre el metal y el semiconductor. La unión está situada bajo la superficie planar original de la capa de semiconductor, pero tiene una orilla en la superficie.
- 20.
- 25.

- El procedimiento de la invención para formar el diodo de barrera "Schottky" con una unión de metal y semiconductor comprende el formar una capa
- 30.



375322 -7-

- protectora superpuesta y adherente a una superficie de una capa de material semiconductor de un tipo de conductividad, quitar una porción de la capa protectora para exponer una porción seleccionada de la superficie de semiconductor, formar una capa de metal conductor superpuesta y adherente a la porción expuesta, calentar el metal conductor y la porción expuesta de semiconductor a una temperatura y durante un lapso de tiempo suficientes para permitir la difusión al estado sólido del semiconductor con el metal, siendo la temperatura inferior al punto eutéctico del metal y del material semiconductor; y enfriar el metal conductor y la capa de semiconductor de tal forma que se constituya una unión entre metal y semiconductor, quedando la unión debajo de la superficie original de semiconductor y teniendo una orilla o extremo en la superficie.
- 5.
 - 10.
 - 15.

La figura 1 es una gráfica que ilustra las características de polarización directa e inversa de un diodo de barrera "Schottky" del tipo anteriormente conocido (curva 1), y las características de un diodo ideal (curva 2) en el cual la contaminación a lo largo de la unión de metal y semiconductor ha sido eliminada y la corriente de dispersión no deseada ha sido reducida.

La figura 2 es un dibujo esquemático simplificado de un corte transversal de la estructura de barrera "Schottky" objeto de la invención, en la cual la unión de metal y semiconductor queda bajo la superficie de la capa de semiconductor y está formado de tal manera que una orilla de la unión se en-

- 20.
- 25.
- 30.

375322



cuentre en la superficie

5. La figura 3 es un dibujo esquemático simplificado de un corte transversal de una estructura que comprende una aplicación de la invención en la cual un diodo de barrera "Schottky" está conectado en paralelo con la unión de colector y base de un transistor.

La figura 4 es una representación esquemática del circuito de la estructura de la figura 3.

10. La figura 5 es un dibujo esquemático simplificado de un corte transversal de una estructura que comprende otra aplicación de la invención en la cual un diodo de barrera "Schottky" está conectado entre el colector de un transistor y un terminal de salida.

15. La figura 6 es una representación esquemática del circuito de la estructura de la figura 5.

20. La figura 7 es un dibujo esquemático simplificado de un corte transversal de una estructura que comprende otra aplicación mas de la invención en la cual un diodo de barrera "Schottky" es utilizado para la puerta de una unión de un transistor de efecto de campo.

La figura 8 es una representación esquemática del circuito de la estructura de la figura 7.

25. La figura 9 es un dibujo esquemático simplificado de un corte transversal de una estructura que comprende otra aplicación mas de la invención en la cual cada uno de los diodos de entrada de una puerta no lógica comprende o está compuesto por la estructura de barrera "Schottky" objeto de la invención.

30. La figura 10 es una representación es-

375322 -9-



quemática del circuito de la estructura de la figura 9.

- Haciendo referencia a la figura 2, la estructura básica del diodo de barrera "Schottky" objeto de la invención comprende una capa de material semiconductor 10 de un tipo de conductividad, la cual tiene una superficie 11. Para la conductividad de tipo negativo, indicada en la figura 2 mediante la letra "N", la concentración de impurezas de la capa 10 no es mayor de aproximadamente 10^{17} átomos de "adulterante" por centímetro cúbico. La conductividad de la capa 10 también puede ser de tipo positivo, con la concentración adecuada de impurezas, según sea la combinación seleccionada de metal y semiconductor. La selección del material para formar la capa de semiconductor 10 debe ser tal que el material elegido sea compatible con el metal seleccionado para formar la unión de metal y semiconductor que se describe mas adelante. El silicio es un material especialmente conveniente para la capa de semiconductor 10.

- Superpuesta a la superficie 11 se encuentra una capa protectora 12, la cual está formada a manera de exponer una porción de la capa de semiconductor 10 y su función es la de mantener la superficie libre de contaminación dañina. La capa protectora 12 puede comprender un óxido y en el caso en el que la capa de semiconductor 10 es silicio, la capa 12 comprende un óxido de silicio, tal como un bióxido de silicio. Un contacto 15 que comprende un metal conductor compatible con el material semiconductor 10 y con

375322-10-



- la capa protectora 12, está situado superpuesto y adherente a la porción expuesta de la capa de semiconductor 10 y forma una unión de metal y semiconductor 16. Para silicio que tenga un tipo negativo de conductividad, un material especialmente adecuado para el contacto 15 es el aluminio. Aun cuando situado debajo de la superficie original 11 (tal como a una profundidad de aproximadamente 2000 angstroms), la unión 16 tiene una orilla en la superficie 11. Mediante el procedimiento de la invención descrito a continuación, la contaminación dañina de la superficie es eliminada de la región de la unión 16. Más aún, la unión 16 tiene una orilla curvada 17 y 18 que provee a la distribución uniforme de un campo eléctrico aplicado a la unión e impide la concentración indeseada de campo eléctrico en un punto determinado, teniendo ello por resultado mejores características en el voltaje de interrupción de polarización inversa, en comparación con las uniones de metal y semiconductor anteriormente conocidos, los cuales no tenían esquinas curvadas. Más aún, el contacto 15 de metal puede estar superpuesto a una porción de la capa protectora 12, la cual a su vez está superpuesta a una orilla de la unión 16 que aparece en la superficie 11, actuando en tal virtud como placa de campo. Cuando un potencial es aplicado al contacto 15, la concentración de un campo eléctrico en las proximidades de la esquina 17 o 18 es reducida mas aún y el voltaje de interrupción de potencial es correspondientemente aumentado. Para una descripción adicional sobre el uso de una placa de campo
- 5.
- 10.
- 15.
- 20.
- 25.
- 30.

375322

-11-



para aumentar el voltaje de interrupción, debe hacerse referencia a la solicitud de patente Norteamericana nº 607.039, presentada el 3 de enero de 1.967 y cedida a la misma cesionaria de la presente invención.

5. El procedimiento de la invención para formar un diodo de barrera "Schottky" que tiene una unión de metal y semiconductor es compatible con las técnicas normales de procesamiento de semiconductores empleadas para formar dispositivos en estado sólido.
10. En dichos procesos, tales como el proceso planar, se forma típicamente una capa de material protector sobre una capa de material semiconductor de un tipo de conductividad. A esta capa de semiconductor se aplica el procedimiento de la invención. Haciendo referencia a la figura 2, una porción de la capa protectora 12 superyacente es quitada o levantada en forma apropiada, tal como mediante las técnicas normales de fotoresistencia, a fin de exponer una porción de la capa de semiconductor 10. En seguida, se aplica una solución limpiadora a la porción expuesta para eliminar toda la contaminación que sea posible, la cual se encuentra típicamente en forma de pequeñas partículas de óxido que quedan ahí después de la eliminación o levantamiento de una porción de la capa protectora de óxido 12. Utilizando silicio como material de la capa de semiconductor 10 y un óxido de silicio como material de la capa protectora 12, la solución limpiadora puede estar constituida por una mezcla de diez partes de agua por una parte de ácido fluorhídrico, en volumen, sumergiéndose en dicha mezcla el área expuesta. La solución
- 15.
- 20.
- 25.
- 30.

375322

-12-



- es seleccionada de manera que no resulte dañina para la capa de semiconductor 10; solamente mediante limpieza la contaminación alrededor de la porción expuesta de la capa de semiconductor 10. A continuación, se aplica una solución de enjuague para eliminar la solución limpiadora. Para la mezcla limpiadora arriba mencionada, la solución de enjuague puede estar constituida por H₂O desionizado.
- 5.
- Sobre dicha porción expuesta ya limpiada se deposita un metal conductor 15. Una técnica conveniente de depósito consiste en evaporar metal sobre la porción expuesta utilizando un haz de electrones. Preferiblemente el metal conductor es de un tipo que también pueda ser empleado para formar capas de interconexión.
- 10.
- 15.
- Después del depósito, el metal 15 y la capa de semiconductor 10 en proximidad a la porción expuesta son calentados a una temperatura y durante un lapso de tiempo suficientes para causar la difusión a estado sólido de una porción de la capa de semiconductor 10 con el metal 15, de tal forma que se constituya la unión 16 de metal y semiconductor objeto de la invención. La difusión en estado sólido es un procedimiento en el cual una porción de un material se disuelve en una porción de otro material a una temperatura inferior al punto eutéctico de los dos materiales. Debido a que la temperatura es inferior al punto eutéctico, ambos materiales se encuentran en estado sólido en lugar de en estado líquido. Utilizando silicio como material semiconductor 10 y aluminio como metal 15, el punto
- 20.
- 25.
- 30.

375322

-13-



- eutéctico se encuentra a una temperatura de aproximadamente 577°C . De preferencia, al utilizar silicio y aluminio, el tratamiento de calor se lleva a cabo a una temperatura no superior a los 565°C . A esta temperatura, un lapso de tiempo conveniente para la difusión en estado sólido del silicio en el aluminio es de aproximadamente cinco minutos. Asimismo, para evitar la necesidad de un lapso de tiempo inconvenientemente prolongado para un tratamiento suficiente con calor, es preferible que la temperatura sea superior a aproximadamente 400°C . Sin embargo, cualesquiera que sean el material semiconductor y el metal seleccionados, el primero de ellos debe ser susceptible de difusión en estado sólido en el segundo a un punto inferior al punto eutéctico de ambos. Debe entenderse que durante la etapa de tratamiento con calor algo del metal se disuelve en el material semiconductor. Sin embargo, la cantidad de difusión de material semiconductor en el metal debe ser sustancialmente mayor que la cantidad o grado de difusión de este último en el primeramente citado, asegurándose en tal forma que la cantidad de material semiconductor disuelto en el metal sea sustancialmente mayor que la cantidad de metal disuelto en el material semiconductor.
5. De preferencia, el tratamiento con calor se realiza en una atmósfera inerte, tal como en nitrógeno. Conforme una porción de la capa de semiconductor 10 se disuelve en el metal 15, la contaminación a lo largo de la superficie de la capa expuesta 10 es eliminada y el metal llena el espacio dejado por el mate-
- 10.
- 15.
- 20.
- 25.
- 30.

375322



-14-

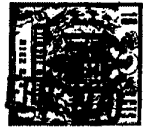
rial semiconductor disuelto.

La forma exacta en que se elimina la contaminación no es plenamente comprendida. Sin embargo, se cree que cuando una porción de la capa de semiconductor 10 se disuelve en el espacio de contacto del metal 15, la contaminación en forma de partículas de óxido también se disuelve. En el caso en que se utiliza silicio como material semiconductor y aluminio como metal de contacto, se cree que la parte de óxido del óxido de silicio reacciona con el aluminio para formar óxido de aluminio. Mas aún, conforme el silicio se disuelve en el aluminio, el aluminio llena el espacio dejado por el silicio disuelto. En tal virtud, la unión 16 de metal y semiconductor propiamente dicho se encuentra situado debajo de la superficie original y lejos del sitio de la contaminación de superficie.

La profundidad de la unión 16 de metal y semiconductor es determinada por el espesor original del metal superyacente y por la temperatura y el lapso de tiempo de la difusión en estado sólido. Una profundidad típica para una unión de metal y semiconductor que comprende aluminio y silicio es de 2000 angstroms. Con el procedimiento de la invención, en el cual la contaminación en las proximidades de la unión 16 de metal y semiconductor es eliminada y la corriente de dispersión de polarización inversa no deseada es reducida, va provisto un diodo de barrera "Schottky" que tiene características que se aproximan al ideal, tal como se indica mediante la curva 2 en la figura 1, mediante el cual, durante la operación con polariza-

375322

12



-15-

ción inversa, la corriente indeseada no fluye hasta que el voltaje de polarización inversa alcanza el punto de interrupción.

- Haciendo referencia a la figura 3, una
5. estructura de semiconductor que incorpora el diodo de barrera "Schottky" objeto de la invención comprende un transistor que tiene su unión de colector y base conectada en paralela con el diodo de la invención. En esta estructura, una capa de material semiconductor
 10. (tal como silicio) de un tipo de conductividad (tal como de polaridad negativa) tiene una superficie 21. Una primera región 22 de un tipo opuesto de conductividad (tal como de polaridad positiva), se encuentra situada dentro de la capa 20 y forma con ella una primera
 15. unión PN 23, teniendo la unión 23 una orilla en la superficie 21. Una segunda región de semiconductor 24 del primer tipo de conductividad, va dispuesta dentro de la primera región 22 y forma con ella una segunda
 20. unión PN 25, teniendo dicha segunda unión 25 una orilla en la superficie 21. Una capa de material protector 26 descansa sobre la superficie de la capa de semiconductor 20 de tal forma que quede expuesta una porción de dicha capa de semiconductor, quedando superyacente dicha capa de material protector con respecto a la
 25. primera región 22 y a la segunda región 24 para establecer contacto con las mismas. La porción expuesta de la primera región 22 se extiende para incluir una porción expuesta de la capa de semiconductor 20. Se establece contacto óhmico con la capa de semiconductor 20 y la segunda región 24 mediante los respecti-
 - 30.



- vos contactos 27 y 28 situados sobre las respectivas porciones expuestas de la capa 20 y de la segunda región 24, siendo dichos contactos adherentes a tales porciones. Se ha encontrado que con silicio de tipo N como material para la capa de semiconductor 20, cuando la concentración de impurezas de la capa 20 en la región próxima al contacto 27 y a la segunda región 24 no es inferior a aproximadamente 10^{18} átomos de "adulteración" por centímetro cúbico, se asegura el contacto óhmico con los contactos 27 y 28. Los contactos 27 y 28 comprenden un metal conductor, tal como aluminio. Se establece contacto óhmico con la porción expuesta de la primera región 22 mediante un tercer contacto 29 superyacente. Sin embargo, el tercer contacto 29 también hace contacto rectificador con la porción expuesta adyacente de la capa de semiconductor 20, formándose una unión 30 entre metal y semiconductor. La unión de metal y semiconductor 30 está situado bajo la superficie 21, pero tiene una orilla en la superficie. En esta realización práctica, la segunda región 24 puede ser denominada emisor, la capa de semiconductor 20 puede ser denominada colector, y la primera región 22 puede ser considerada como la base de un transistor. Igualmente, el contacto 29 es el ánodo y la capa 20 es el cátodo de un diodo de barrera "Schottky". Haciendo referencia a la figura 4, en ella se ilustra un dibujo esquemático eléctrico para la estructura de la figura 3. Para fines de descripción, el transistor 45 se ilustra como del tipo NPN, con un diodo 40 polarizado en sentido inverso entre el termi-
- 5.
- 10.
- 15.
- 20.
- 25.
- 30.

375322

12 FEB



-17-

- nal de base 41 y el terminal de colector 42. Sin embargo, podría utilizarse en su lugar un transistor PNP, con los cambios apropiados en la polaridad y en la polarización del diodo 40, sin salirse del alcance de la invención. Para apreciar plenamente la ventaja de incluir el diodo de barrera "Schottky" de la invención en el circuito de la figura 4, puede compararse la operación con y sin el diodo 40. Por ejemplo, sin el diodo 40, cuando se aplica un voltaje suficiente de polaridad positiva a la base del transistor NPN 45, a través del terminal 41, el transistor 45 se activa y después se satura, con la unión de colector y base polarizada en sentido directo. Durante la saturación, una cantidad apreciable de carga de portadoras minoritarias es almacenada en la región de colector. Para apagar o desactivar el transistor 45, se aplica un voltaje de polaridad negativa a la base, a través del terminal 41. Sin embargo, la carga almacenada en las regiones de colector y base debe recombinarse o ser colectada por la unión de colector y base que ahora está polarizado en sentido inverso, antes que el transistor pase de la situación activada a la situación desactivada. Al lapso de tiempo requerido para cambiar de la condición activada a la condición desactivada se le denomina el tiempo de interrupción. Para muchas aplicaciones es deseable que el tiempo de interrupción sea lo más corto posible.
- 5.
- 10.
- 15.
- 20.
- 25.

Por comparación, incorporando el diodo de barrera "Schottky" de la invención, tal como se ilustra en la estructura de la figura 3 y en el esquema de la

30.

375322

12 FEB



-18-

- figura 4, tanto la unión PN de colector y base del transistor 45 como el diodo de barrera "Schottky" 40 se tornan polarizados en sentido directo cuando se aplica un voltaje positivo al terminal 41. El diodo 40 tiene un voltaje de activación mas bajo (aproximadamente 0,3 voltio) que el del transistor 45 (aproximadamente 0,6 voltio). Consecuentemente, el diodo 40 limita la polarización directa en la unión de colector y base a unas cuantas décimas de voltio, desviando la corriente aplicada al terminal 41 para alejarla de la base del transistor 45, impidiendo en tal virtud que tenga lugar un almacenamiento apreciable de carga de portadoras minoritarias en las regiones de colector y de base del transistor 45. Este efecto reduce grandemente el tiempo requerido para cambiar el transistor 45 de la condición de activado a la condición de desactivado. Si el mismo metal utilizado para formar las capas de interconexión se selecciona también para formar el contacto 29, el cual comprende una porción de la unión 30 de metal y semiconductor, no se requerirán etapas adicionales en el proceso para la fabricación de la unión 30.
- 5.
- 10.
- 15.
- 20.

- Haciendo referencia a la figura 5, el diodo de barrera "Schottky" de la invención es aplicado a una estructura de semiconductor en la cual el diodo es acoplado entre el colector de un transistor y un terminal de salida. Descrita con brevedad, la estructura comprende una capa 50 de material semiconductor (tal como silicio), teniendo la capa 50 una superficie 51 y siendo de un tipo de conductividad (tal
- 25.
- 30.

375322



-19-

- como de polaridad negativa). Una primera región 52 del tipo opuesto de conductividad (tal como de polaridad positiva) está situada dentro de la capa de semiconductor 50 y forma con esta una primera unión PN 53, teniendo la unión 53 una orilla en la superficie 51. Situada dentro de la primera región 52 y formando una segunda unión PN 55 con la misma, se encuentra una segunda región del primer tipo de conductividad, teniendo dicha segunda unión 55 una orilla en la superficie 51. Una capa protectora 56 (es apropiado un óxido) descansa sobre la superficie 51 y está formada a manera de exponer una porción de la primera región 52, de la segunda región 54 y de la capa de semiconductor 50, de tal forma que se pueda hacer contacto con las mismas.
5. Se establece contacto óhmico con las porciones expuestas de la primera y segunda regiones 52 y 54, mediante los contactos respectivos 57 y 58, los cuales comprenden un metal conductor, tal como aluminio. La primera región 52 forma la base, la segunda región 54 forma el emisor y la capa de semiconductor 50 forma el colector de un transistor. Un tercer contacto 59 descansa sobre la porción expuesta de la capa de semiconductor 50 para hacer contacto rectificador con la misma, y una unión 60 de metal y semiconductor está formado entre el tercer contacto 59 y la capa de semiconductor 50. La unión 60 está situado debajo pero tiene una orilla en la superficie original 51. La estructura de la figura 5 es particularmente ventajosa para proteger un transistor contra el efecto dañino de una corriente alta y potencialmente destructiva que fluya a tra-
- 10.
- 15.
- 20.
- 25.
- 30.

375322



-20-

vés de la unión de base y colector, bajo alguna condición anormal de operación del transistor. En la figura 6 se ilustra una representación esquemática del circuito para la estructura de la figura 5.

5. Las ventajas de utilizar en esta estructura el diodo de barrera "Schottky" objeto de la invención pueden apreciarse considerando el circuito de la figura 6 con y sin el diodo. Primeramente, sin el diodo, si la carga en el terminal 62 de salida (o de
10. colector) es de una impedancia baja y se aplica un alto voltaje positivo al terminal de entrada 63 (o de base) de un transistor NPN 64, causando en tal virtud un gran diferencial de voltaje entre los terminales 62 y 63, la unión PN de base y colector es polarizado
15. en sentido directo y una gran corriente puede fluir a través de la unión. Una corriente demasiado grande, tal como de aproximadamente un amperio, puede destruir la unión de colector y base, incluso si la impedancia de la corriente del emisor es lo suficientemente alta
20. para impedir que la corriente alta fluya a través de la unión de emisor y base. En comparación, con el diodo 61 de barrera "Schottky" objeto de la invención incorporado al circuito, tal como se ilustra en la figura 6, el diodo 61 impide el flujo de corriente de la
25. base al terminal del colector 62, protegiendo en esa forma a la unión de base y colector del transistor 64. Esta aplicación particular es especialmente conveniente cuando se utiliza en la etapa de entrada de un amplificador diferencial, el cual con frecuencia debe
30. soportar la aplicación de un gran voltaje común posi-

375322

-21-

12 FEB 1970



- tivo al terminal de entrada. El diodo de barrera "Schottky" objeto de la invención, tal como se utiliza en el circuito de la figura 6, proporciona la ventaja original consistente en que el diodo puede situarse en la misma bolsa de aislamiento que el transistor. La necesidad de una bolsa o cavidad adicional de aislamiento (tal como en el caso de un diodo de unión PN) es eliminada, aumentándose en tal virtud la densidad potencial de un circuito integrado, de un sistema complejo o de un dispositivo de integración a gran escala que comprenda la estructura de la figura 5 o su equivalente. Por otra parte, aun cuando el diodo y el transistor estén en una misma bolsa o cavidad de aislamiento, la unión 60 de metal y semiconductor impide que se presente cualquier acción parasítica o PNP lateral y elimina el problema de que portadoras minoritarias sean inyectadas a la capa de semiconductor 50.

- En otra aplicación más, el diodo de barrera "Schottky" objeto de la invención es incorporado a una estructura de transistor de unión de efecto de campo, tal como se ilustra en la figura 7. La estructura comprende una capa de material semiconductor 70 (tal como silicio) de un tipo de conductividad (tal como de polaridad negativa). Una primera y una segunda regiones 71 y 72 de dicho primer tipo de conductividad, pero teniendo una mayor concentración de impureza (tal como de aproximadamente 10^{19} átomos de adulteración por centímetro cúbico) y teniendo en tal virtud una conductividad aumentada en comparación con

375322

-22-



- la capa 70, están situadas dentro de la capa 70 y se extienden desde la superficie 73 de la misma, estando espaciadas entre sí para formar una región de canal 74. Una capa 75 de material protector, tal como un óxido, descansa sobre la superficie 73, estando formada a manera de exponer una porción de las regiones 71 y 72. Superyacentes a la porción expuesta de las regiones 71 y 72 y haciendo contacto óhmico con las mismas, se encuentran los respectivos contactos 76 y 77 que comprenden un metal conductor (tal como aluminio). La capa protectora 75 está también formada a manera de exponer una porción de la región de canal 74, aproximadamente en el punto medio entre las dos regiones 71 y 72. Un contacto 78 constituido por un metal conductor (tal como aluminio) está situado sobre dicha porción expuesta, en forma adherente a la misma, y hace contacto rectificador con la capa de semiconductor 70. Entre el contacto de metal 78 y la capa de semiconductor 70 se encuentra una unión 79 de metal y semiconductor, el cual descansa bajo la superficie 73 pero tiene una orilla en dicha superficie. Las regiones 71 y 72 comprenden la fuente y el drenaje o salida de un transistor de efecto de campo y el contacto metálico 78 comprende la puerta. Cuando un voltaje diferencial adecuado se aplica entre las regiones 71 y 72, aplicándose la señal de polarización adecuada (tal como de cero voltios) a la puerta 78, tiene lugar conducción al través de la región de canal 74. Sin embargo, en el caso en el que la capa 70 y las regiones 71 y 72 son del tipo N de conductividad,
- 5.
- 10.
- 15.
- 20.
- 25.
- 30.

375322



-23-

una señal negativa aplicada a la puerta 78 hace disminuir la amplitud de la región de canal 74, aumentando en tal virtud la resistencia del paso de señales entre las regiones de fuente y de drenaje o salida

5. 71 y 72.

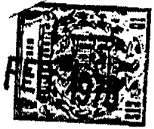
En las técnicas anteriormente conocidas, los dispositivos han utilizado una estructura de puerta difundida en la cual la puerta comprende una región del tipo opuesto de conductividad situada dentro de la región de canal 74, entre las dos regiones 71 y 72, formando una unión PN con la capa de semiconductor 70. Esta región de puerta funciona para controlar la conductancia de la región de canal 74. Sin embargo, con la estructura ilustrada en la figura 7, el diodo de barrera "Schottky" objeto de la invención ha sido incorporado como la puerta. Asumiendo que el tipo de conductividad de la capa 70 y de las regiones 71 y 72 sea de polaridad negativa, el material semiconductor de la capa 70 forma el cátodo y el metal 78 forma el ánodo del diodo.

10. 15. 20.

La figura 8 presenta un diagrama esquemático del circuito de la estructura de la figura 7. Un voltaje diferencial aplicado al través de los terminales 84 y 85 con un voltaje de aproximadamente cero aplicado al terminal 86 hace que se realice la conducción entre la fuente y el drenaje o salida del transistor 88 de efecto de campo. Si se aplica una señal negativa a la puerta del transistor 88, al través de la terminal 86, la resistencia de la región de canal en el transistor 88 aumenta, reduciéndose en tal vir-

25.

30.



- tud la cantidad de conducción que tiene lugar entre la fuente y la salida de dicho transistor. Sin embargo, si se aplica una señal positiva al terminal 84 o al 85 y se aplica una señal negativa al terminal 86
5. que sea lo suficientemente alta para producir un diferencial sustancial de voltaje, puede presentarse una conducción no deseada entre la salida o la fuente y la puerta en el caso de la estructura de puerta difundida utilizada en las técnicas anteriormente conocidas, debiéndose dicha conducción indeseada a la portadora minoritaria inyectada. En comparación, con la estructura de diodo de barrera "Schottky", debido a que la inyección de portadora minoritaria es intrascendente, el
10. problema de la retroalimentación positiva entre los componentes de la misma bolsa o cavidad de aislamiento (tal como en el caso de la unión PN debido a las portadoras minoritarias) es eliminado. Mediante esta estructura se proporcionan otras ventajas utilizando una
15. puerta de unión PN, en comparación con los dispositivos anteriormente empleados. En primer término la puerta de barrera "Schottky" tiene una profundidad de aproximadamente medio micrón o menos, en comparación con una puerta PN típica de las anteriormente conocidas, la cual tenía una profundidad de uno a cuatro micrones.
20. Con una unión menos profunda, la puerta del diodo de barrera "Schottky" proporciona una región de canal mas ancha en la condición de cero polarización, y para los dispositivos de aproximadamente las mismas dimensiones, la resistencia inicial del paso de señales
25. a través de la región de canal entre la fuente y la sa-
- 30.

37-25-322



- lida es correspondientemente mas baja. Consecuentemente, una unión TEC con una puerta de diodo de barrera "Schottky" tiene una resistencia inicial baja y puede operar con corriente mas alta en comparación con un
5. transistor de efecto de campo de iguales dimensiones laterales que tenga una puerta de unión PN. En segundo lugar, la puerta de diodo de barrera "Schottky" reduce el problema de un posible mal alineamiento, mediante la eliminación de la necesidad de dos cortes de óxido,
10. lo cual constituye un procedimiento normalmente requerido cuando se utiliza la puerta de unión PN. En tercer lugar, la longitud de la puerta de diodo de barrera "Schottky" puede ser menor o mas corta que la de la puerta PN; consecuentemente, dado que la capacitancia de la puerta es una función del área de la puerta, la
15. puerta de barrera "Schottky" que es mas corta tiene un área menor y por lo tanto menor capacitancia, operando en tal virtud a una frecuencia mas alta que la puerta de unión de tipo PN. En cuarto lugar, comparada con un dispositivo que tiene una estructura de puerta difundida, la puerta de metal elimina el efecto de una resistencia de puerta distribuida, mejorando en tal virtud en forma adicional el funcionamiento a alta frecuencia.
- 20.
25. Haciendo referencia a la figura 9, en ella se ilustra una estructura para una puerta NO lógica de diodo y transistor, a la cual va incorporada la estructura de diodo de barrera "Schottky" objeto de la invención. La estructura comprende una capa de semiconductor 90 (tal como silicio) de un tipo de conducti-
- 30.

375322



-26-

- vidad (tal como de polaridad negativa), la cual tiene una superficie 91. Situada en la capa 90 y formando una primera unión PN 93 con la misma, se encuentra una primera región 92 del tipo opuesto de conductividad, teniendo dicha unión 93 una orilla en la superficie 91.
5. Una segunda región 94 espaciada de la primera región 92, está también situada dentro de la capa de semiconductor 90. La segunda región 94 es del tipo opuesto de conductividad y forma con la capa de semiconductor 90 una segunda unión PN 95, teniendo dicha segunda unión 95 una orilla en la superficie 91. Una región de contacto 113, espaciada de la primera y de la segunda regiones 92 y 94, está situada en la capa de semiconductor 90 y se extiende desde la superficie 91 de la misma. La región de contacto 113 es del primer tipo de conductividad y de preferencia tiene una concentración de impurezas no menor de aproximadamente 10^{18} átomos de adulteración por centímetro cúbico. Una capa protectora 96 descansa sobre la superficie 91 y está formada a manera de exponer una porción de la primera región 92, de la segunda región 94 y de la capa de semiconductor 90, de tal forma que pueda hacerse contacto óhmico separado con cada una de ellas. Superyacentes a las porciones expuestas de la primera región 92, de la segunda región 94 y de la región de contacto 113, y haciendo contacto óhmico con las mismas, se encuentran los respectivos contactos de metal 97, 98 y 99, los cuales están constituidos por metal conductor (tal como aluminio). La capa protectora 96 está también formada a manera de exponer una pluralidad de porciones separadas de la ca-
- 10.
- 15.
- 20.
- 25.
- 30.

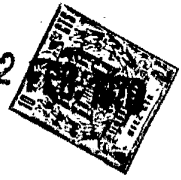
375322

-27-



- pa de semiconductor 90, de tal forma que se pueda hacer contacto rectificador con las mismas. Sobre cada una de las diversas porciones expuestas de la capa 90 está formado un contacto 100 de metal conductor, tal como aluminio. Situado entre la capa de semiconductor 90 y el contacto metálico 100, una unión 101 de metal y semiconductor descansa bajo la superficie original 91 pero tiene una orilla en dicha superficie 91. En esa forma, se constituyen diversos diodos de barrera "Schottky" en la bolsa o cavidad de aislamiento. De preferencia, la concentración de impurezas de la capa de semiconductor 90 en la zona próxima a cada uno de los diversos contactos rectificadores es no mayor de 10^{17} átomos de adulteración por centímetro cúbico.
- 5.
- 10.
- 15.

- En la figura 10 se ilustra un diagrama esquemático simplificado del circuito de la estructura de la figura 9. Una pluralidad de terminales de entrada 102 a 105 están acopladas a la base del transistor 106. Cada una de estas terminales de entrada 103 a 105 tiene un respectivo diodo 107 a 109 acoplado entre la terminal y la base y polarizado en sentido directo a partir de la base. Para la operación adecuada, una resistencia 110 va acoplada entre la terminal de entrada 102 y una fuente de voltaje negativo. Cuando se aplica un voltaje positivo al emisor del transistor 106 a través de la terminal 111, se aplica un voltaje negativo al colector del transistor 106 a través de la terminal 112 y se aplica una señal negativa a la base del transistor 106 a través de la terminal 102, se realiza
- 20.
- 25.
- 30.



- la conducción a través del transistor 106. Nótese, sin embargo, que un voltaje positivo aplicado al ánodo de cualquiera de los diodos 107 a 109 a través de las terminales respectivas 103 a 105, o a la base a través de la terminal 102, hace que el transistor se desactive y que la conducción se detenga.
- 5.
- La estructura de la figura 9, a la cual se incorpora el diodo de barrera "Schottky" objeto de la invención, puede apreciarse con mayor plenitud comparándola con los dispositivos anteriormente conocidos.
- 10.
- Antes de esta invención, cada uno de los diodos de las terminales de entrada de una puerta típica NO de diodo y transistor comprendía generalmente una unión PN situado entre las dos regiones de diferente tipo de conductividad. A fin de impedir la inyección no deseada de portadoras minoritarias a la capa principal de semiconductor y para evitar los problemas de potencial (tales como la desactivación o apagado lento debido al almacenamiento de carga) que se presentan como resultado de la acusada proximidad de la unión de diodo y de la región de colector cuando se encuentran en la misma bolsa o cavidad de aislamiento, una práctica común en las técnicas anteriores a esta invención ha sido la de formar las uniones de diodos no en la misma
- 15.
- bolsa o cavidad de aislamiento que el transistor, sino en una o más bolsas separadas. Sin embargo, esta práctica requiere una cantidad exageradamente grande de área de substrato y por lo tanto resulta inaceptable para la integración en gran escala. En cambio, con la
- 20.
- estructura de la figura 9 el problema de las portado-
- 25.
- 30.

375322

-29-



5. ras minoritarias es eliminado y en tal virtud la unión de metal y semiconductor puede estar en la misma bolsa o cavidad que el transistor. Incorporando la estructura de la invención se logra un considerable ahorro en el área de substrato, lo cual constituye una característica deseable para la integración a gran escala.

10. Aun cuando la estructura de la invención ha sido descrita haciendo referencia a realizaciones prácticas específicas, el alcance de la invención no se limita a tales realizaciones sino que es aplicable a numerosas otras realizaciones prácticas que resultarán fácilmente aparentes a un especialista en la materia, especialmente para aplicaciones en materia de interruptores o en operaciones que requieren alta frecuencia (superior a un megahertzio).

15.

N O T A

20. Descrita suficientemente la naturaleza del invento, así como la manera de realizarlo en la práctica, debe hacerse constar que las disposiciones anteriormente indicadas son susceptibles de modificaciones de detalle en cuanto no alteren su principio fundamental. También se hace constar que el invento corresponde a una Solicitud de Patente presentada en Norteamérica Ser. Nº 790.318 de 10 de enero de 1.969

25. acogándose, por lo tanto, a los beneficios que conceden los Convenios Internacionales en vigor, siendo lo que constituye la esencia del referido invento y por lo que se solicita Patente de Invención por 20 años en España: PERFECCIONAMIENTOS EN LA CONSTRUCCION

30. DE ESTRUCTURAS DE SEMICONDUCTORES; caracterizándose



por lo siguiente:

- 1ª - Perfeccionamientos en la construcción de estructuras de semiconductores del tipo que comprenden una capa de material semiconductor de silicio que tiene un tipo de conductividad, la cual tiene una superficie, y una capa de aluminio conductor superyacente y adherida a una porción seleccionada de la capa de semiconductor, caracterizados porque la capa de semiconductor es del tipo de conductividad N, la concentración de impurezas en la proximidad a la unión de metal y semiconductor es menor de 10^{17} átomos de adulteración por centímetro cúbico, y una unión de metal y semiconductor situada entre la capa de silicio y la capa de aluminio hace contacto rectificador entre ambas.
5. 10. 15.
- 2ª - Perfeccionamientos, según la reivindicación 1, caracterizados porque la unión de metal y semiconductor se sitúa debajo de la superficie original de semiconductor pero con una orilla en la superficie, y un compuesto de metal y semiconductor se sitúa sobre el lado metálico de la unión.
- 20.
- 3ª - Perfeccionamientos según la reivindicación 2, caracterizados porque dichas estructuras comprenden una primera región del tipo opuesto de conductividad dispuesta dentro de la capa de semiconductor y formando una primera unión PN con la misma, teniendo la unión una orilla en la superficie, estando situada la primera región de tal forma que una porción del compuesto de metal y semiconductor se extiende hasta la primera región, en la cual el metal conductor ha-
25. 30.

375322



-31-

- ce contacto óhmico con la primera región y contacto rectificador con la capa de semiconductor; una segunda región del primer tipo de conductividad dispuesta dentro de la primera región y formando una segunda unión PN con la misma, teniendo la unión una orilla en la superficie; una región de contacto del primer tipo de conductividad situada dentro de la superficie de la capa de semiconductor y extendiéndose desde la misma, estando la región de contacto espaciada de la primera región y teniendo la unión de metal y semiconductor una concentración de impurezas mas alta que la de la capa de semiconductor, exponiendo la capa protectora superyacente una porción de la segunda región y de la región de contacto; y capas separadas de metal conductor superyacentes a las porciones expuestas de la segunda región y de la región de contacto y haciendo contacto óhmico con cada una de ellas, respectivamente.
- 5.
- 10.
- 15.

- 4^a - Perfeccionamientos según la reivindicación 2, caracterizados porque dichas estructuras comprenden una primera región del tipo opuesto de conductividad dispuesta dentro de la capa de semiconductor y formando una primera unión PN con la misma, teniendo la unión una orilla en la superficie y estando la primera región espaciada de la unión de metal y semiconductor; una segunda región del primer tipo de conductividad dispuesta dentro de la primera región y formando una segunda unión PN con la misma, teniendo la unión una orilla en la superficie y exponiendo la capa protectora superyacente una porción se-
- 20.
- 25.
- 30.



parada de la primera y de la segunda regiones; y capas separadas de metal conductor superyacentes a las porciones expuestas de la primera y de la segunda regiones y haciendo contacto óhmico con las mismas, respectivamente.

- 5.
- 10.
- 15.
- 20.
- 25.
- 30.
- 5ª - Perfeccionamientos según la reivindicación 2, caracterizados porque dichas estructuras comprenden una primera región de un tipo de conductividad situada dentro de la superficie de la capa de semiconductor y extendiéndose desde la misma, estando espaciada dicha primera región de la unión de metal y semiconductor y teniendo una concentración de impurezas mas alta que la de la capa de semiconductor; una segunda región de dicho primer tipo de conductividad situada dentro de la superficie de la capa de semiconductor y extendiéndose desde la misma, estando la segunda región espaciada de la unión de metal y semiconductor y teniendo una concentración de impurezas mas alta que la de la capa de semiconductor, situándose la unión de metal y semiconductor entre la primera y la segunda regiones y estando situada una región de canal entre la primera y la segunda regiones; una capa protectora superyacente que deja expuestas porciones separadas de la primera y la segunda regiones; y capas separadas de metal conductor que están situadas en posición superyacente a las porciones expuestas de la primera y la segunda regiones y hacen contacto óhmico con cada una de ellas respectivamente.

6ª - Perfeccionamientos según la reivindicación 2, caracterizados porque dichas estructuras

75322



-33-

- comprenden una primera región del tipo opuesto de conductividad situada dentro de la capa de semiconductor y formando una primera unión PN con la misma, teniendo la unión una orilla en la superficie y estando la primera región espaciada de la unión de metal y semiconductor;
5. una segunda región del tipo opuesto de conductividad situada dentro de la capa de semiconductor y formando una segunda unión PN con la misma, teniendo dicha segunda unión una orilla en la superficie, estando la segunda región espaciada de la primera región y de la unión de metal y semiconductor;
10. una región de contacto del primer tipo de conductividad situada dentro de la superficie de la capa de semiconductor y extendiéndose desde la misma, estando espaciada dicha región de contacto de la primera y segunda regiones y de la unión de metal y semiconductor y teniendo una concentración de impurezas mas alta que la de la capa de semiconductor, dejando expuestas la capa protectora superyacente porciones, separadas de la primera y segunda regiones y de la región de contacto;
15. capas separadas de metal conductor superyacentes a las porciones expuestas de la primera y segunda regiones y de la región de contacto, haciendo contacto óhmico con cada una de ellas, respectivamente; y una pluralidad de uniones de metal y semiconductor situadas a lo largo de la superficie de la capa de semiconductor y haciendo contacto rectificador con la misma, estando cada unión espaciada de las demás uniones y espaciada de la primera y segunda regiones y de la región de contacto,
20. estando situada cada unión de metal y semi-
- 25.
- 30.



conductor bajo la superficie original de la capa de semiconductor, pero teniendo una orilla en la misma.

- 7^a - Perfeccionamientos según las reivindicaciones anteriores, caracterizados porque para
5. la formación de metal conductor sobre la porción seleccionada de la superficie de la capa de semiconductor y adherente a la misma; se calienta el metal conductor y la capa de semiconductor a una temperatura inferior al punto eutéctico del metal y de la capa de semiconductor durante un lapso de tiempo suficiente para permitir que se realice la difusión en estado sólido, de tal forma que una porción de la capa de semiconductor se disuelva en el metal conductor para constituir un compuesto en estado sólido de metal y semiconductor;
10. y se enfria el metal conductor y la capa de semiconductor, de tal manera que se forme entre ambos una unión de metal y semiconductor y se establezca contacto rectificador.

- 8^a - Perfeccionamientos en la construcción de estructuras de semiconductores, tal y como queda sustancialmente descrito en la presente Memoria e ilustrado en los dibujos adjuntos.
- 20.

Esta Memoria consta de treinta y cuatro hojas escritas a máquina por una sola cara.

Madrid, 12 FEB. 1970

FAIRCHILD CAMERA & INSTRUMENT CORPORATION,

J. GOMEZ ACEBO Y MODESTO

a. p. Firmado: F. Hernández Ruiz,

75122



12 FEB. 1970

ESCALA VARIABLE

FIG.1

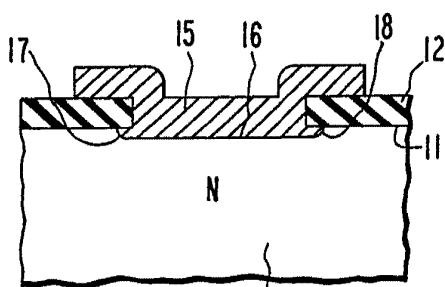
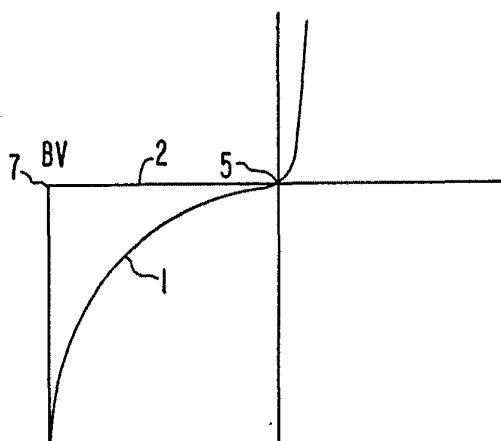


FIG.2

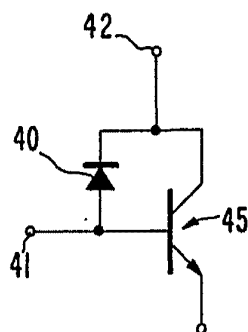


FIG.4

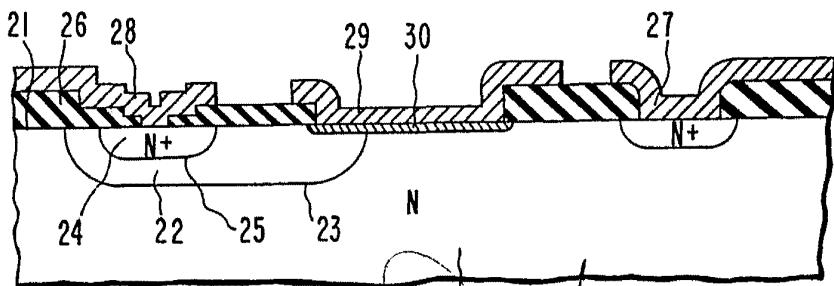


FIG.3

Handwritten signature and scribbles.

Madrid 12 FEB. 1970

A. GOMEZ AGUIRRE
p. Firmado: E. Hernandez Kuba

375322



FIG.5

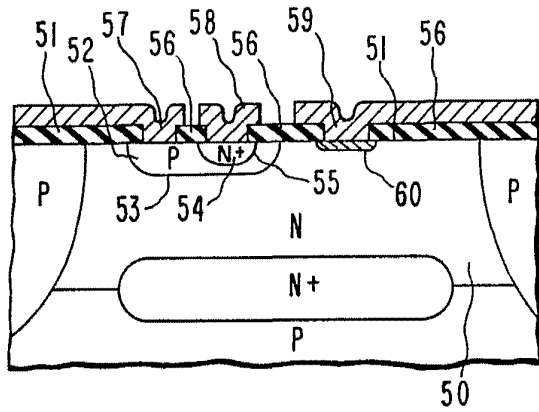


FIG.6

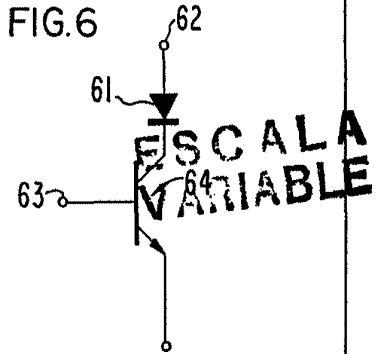


FIG.7

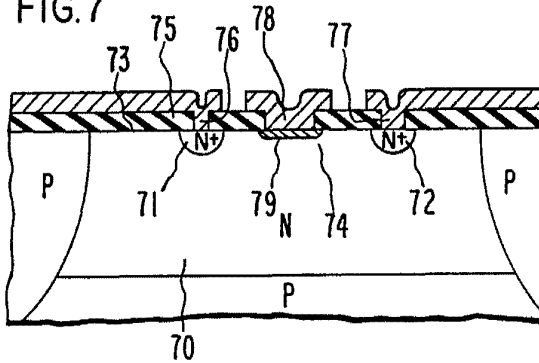


FIG.8

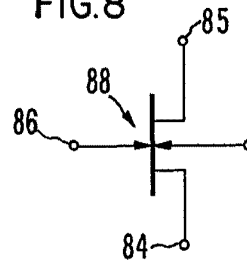


FIG.9

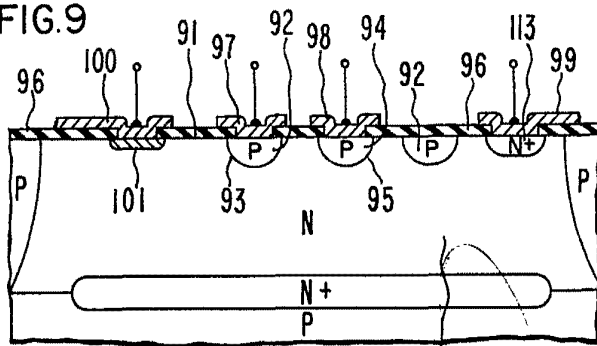
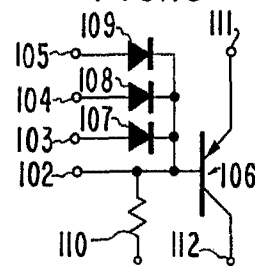


FIG.10



12 FEB. 1970

Madrid
 A. GOMEZ ACEBO Y MODEY
 p. p. Firmados: F. Hernández Rolo

90