



328172

MEMORIA DESCRIPTIVA

que se presenta para unir a la solicitud

de

PATENTE DE INVENCION

formulada el 20 de junio de 1.966 con el nº. 328.172

en

E S P A Ñ A

por VEINTE años

a nombre de N.V. PHILIPS' GLOEILAMPENFABRIEKEN, entidad holandesa, establecida en Emmansigel 29, Eindhoven, Holanda, por:

"UN DISPOSITIVO SEMICONDUCTOR COMPUESTO"

La presente invención se refiere a un dispositivo semiconductor, que comprende un cuerpo semiconductor, cubierto, al menos por un lado, con una capa aislante, sobre la cual capa existe una capa conductora dispuesta en dibujo.

5

Más especialmente, la invención se refiere a un dispositivo semiconductor compuesto, que comprende un cuerpo semiconductor que tiene una parte de un tipo de conductividad, en la cual parte existen dos zonas yuxtapuestas del tipo de conductividad opuesto, pertenecientes

10

326172

27 JUN



a diferentes elementos de circuito semiconductor, proporcionándose un conductor sobre una capa aislante, la cual capa cubre al menos un lado del cuerpo semiconductor y las dos zonas, extendiéndose dicho conductor al menos hasta
5 las proximidades de las dos zonas.

Tales dispositivos semiconductores compuestos pertenecen al tipo general de dispositivos semiconductores compuestos (llamados a menudo "circuitos sólidos" en la literatura) que comprenden al menos dos elementos de
10 circuito que tienen un cuerpo semiconductor común, en los que al menos un lado del cuerpo semiconductor esté cubierto por una capa aislante, por ejemplo una capa de óxido de silicio o una capa de nitruro de silicio, sobre la cual se disponen conductores conectados a zonas de los elemen-
15 tos del circuito, a través de aberturas de la capa aislante, y que conectan eléctricamente a dichos elementos de circuito entre sí.

Se ha hallado que no siempre dan satisfacción las propiedades eléctricas de los dispositivos semiconductores compuestos del tipo mencionado en el preámbulo.
20 La invención se basa, entre otras cosas, en el reconocimiento del hecho de que, en muchos casos, ello es debido al hecho de que durante el funcionamiento del dispositivo existe una diferencia de potencial entre el conductor y
25 la parte de un tipo de conductividad, induciéndose en dicha parte un canal conductor del tipo de conductividad opuesto, adyacente a la capa aislante, conectando dicho canal las dos zonas de tipo de conductividad opuesto, y formando una trayectoria de fuga eléctrica entre dichas
30 zonas.

328172



La influencia desfavorable de la trayectoria de fuga se puede reducir disponiendo los elementos del circuito a gran distancia entre sí. Sin embargo, la invención se basa además en el reconocimiento del hecho de que
5 la influencia desfavorable de la trayectoria de fuga se puede eliminar completamente, de forma sencilla, al tiempo que, de todas formas, los elementos del circuito se pueden disponer próximos entre sí; en otras palabras, se puede obtener una estructura compacta del dispositivo.

10 El objeto de la invención es evitar dicha trayectoria de fuga, de forma que se pueda obtener una estructura compacta del dispositivo. Para tal fin, según la invención, un dispositivo semiconductor, que comprende un cuerpo semiconductor provisto, al menos por un lado, de
15 una capa aislante, sobre la cual capa existe una capa conductora con dibujo, se caracteriza porque existen en el material semiconductor regiones locales muy excitadas, debajo de algunas partes de la capa aislante con dibujo, para reducir la acción no deseada de efecto de campo parásito. Estará claro que en varios tipos de dispositivos
20 semiconductores compuestos, será suficiente la presencia de solo una región muy excitada.

Una realización muy importante de un dispositivo semiconductor compuesto, según la invención, que
25 comprende un cuerpo semiconductor que tiene una parte de un tipo de conductividad, en la cual parte existen dos zonas yuxtapuestas del tipo de conductividad opuesto, pertenecientes a diferentes elementos de circuito semiconductor, proporcionándose un conductor sobre una capa
30 aislante, la cual cubre al menos un lado del cuerpo semi-

3281727



conductor y las dos zonas, extendiéndose dicho conductor al menos hasta muy cerca de las dos zonas, se caracteriza el conductor cruza una región situada en dicha parte, teniendo dicha región menor resistividad que dicha parte, y
5 siendo del primer tipo de conductividad, de forma que durante el funcionamiento del dispositivo que está debajo del conductor se puede evitar que haya un canal inducido, del tipo de conductividad opuesta, que conecte a las dos zonas.

10 La región que tiene menor resistividad que, y que es del mismo tipo de conductividad que la parte del primer tipo de conductividad, comprende una concentración de portadores de carga mayoritarios mayor que la de dicha parte, como resultado de lo cual se necesita mayor
15 diferencia de potencial entre el conductor y la parte del primer tipo de conductividad, para introducir una trayectoria de fuga en dicha zona, en comparación con la que se - necesita para introducir una trayectoria de fuga en la propia parte dicha. En consecuencia, la región puede interrumpir la trayectoria de fuga. Se puede determinar experimentalmente con facilidad cual es la mínima concentración de portadores de carga mayoritarios que ha de tener la región para evitar que exista una trayectoria de fuga inducida en dicha región, a las diferencias de potencial que se pueden esperar. Se ha hallado que una región
25 que se ha obtenido, por ejemplo, por un tratamiento de difusión, que se usa corrientemente para obtener una zona emisora en una estructura de transistor, puede interrumpir la trayectoria de fuga en sustancialmente todos los
30 casos existentes. Dado que la trayectoria de fuga es in-

328172



terrumpida por la región de menor resistividad, las dos zonas de tipo de conductividad opuesto, y la región, se pueden disponer próximas entre sí, de forma que se pueda conseguir una estructura compacta.

5 En los dispositivos que comprenden al menos dos conductores, dispuestos sobre la capa aislante que puede inducir una trayectoria de fuga, puede ser ventajoso que dichos conductores crucen la misma región de menor resistividad.

10 La región de menor resistividad se extiende preferiblemente tan solo en las proximidades del conductor, o de los conductores, que crucen la región, es decir, vista sobre los conductores, la región se extiende, por cualquiera de los lados, hacia fuera respecto al conductor de intersección, o conjunto de conductores de intersección, como máximo en una distancia igual a unas pocas veces la anchura del conductor de intersección.

15 Una expansión mayor de la región significa solamente que la región ocupa mucho espacio innecesariamente. Desde luego, para una buena interrupción de la trayectoria de fuga, la región se ha de extender al menos sobre sustancialmente toda la anchura de un conductor de intersección.

25 Estará claro que la invención tiene particular importancia cuando se usan capas aislantes delgadas, por ejemplo las que tienen un espesor menor de 0,5 micras. Las capas aislantes delgadas se usan frecuentemente en dispositivos semiconductores compuestos, que comprenden un transistor de efecto de campo, del tipo que tiene un electrodo de barrera aislada, denominado a menudo transis-

3281722



tor MOS o MNS. El verdadero objeto de tales transistores de efecto de campo es obtener y/o modular por inducción una trayectoria de corriente en el cuerpo semiconductor, entre un electrodo de fuente y uno de drenaje o descarga, mediante el electrodo metálico de barrera dispuesto sobre una inducción de capa aislante. Si el electrodo de barrera está conectado a otro elemento de circuito, se puede inducir una trayectoria de fuga, no deseada, entre el electrodo de fuente y/o el de drenaje y los otros elementos del circuito. Esto sucede particularmente cuando el electrodo de barrera está conectado a un diodo de seguridad. Por tanto, una realización particularmente importante, de un dispositivo semiconductor compuesto según la invención, se caracteriza porque un conductor, que cruza la región de menor resistividad, constituye el electrodo de barrera de un transistor de efecto de campo con barrera aislada, perteneciendo a dicho transistor de efecto de campo una de las dos zonas del tipo de conductividad opuesto, y conectándose la otra de las dos zonas al conductor, por una abertura de la capa aislante, y, con la parte del primer tipo de conductividad, constituyendo un diodo de seguridad que protege de averías durante el funcionamiento a la capa aislante que está por debajo del electrodo de barrera.

Una zona del tipo de conductividad opuesto forma el electrodo de fuente o de drenaje del transistor de efecto de campo.

Estará claro que, durante el funcionamiento, la diferencia de potencial a través del diodo es la misma que a través de la capa aislante, y que la diferencia

328172



de potencial a que llega el diodo, en estado de fácil conducción, debe ser menor que la diferencia de potencial a la que se avería la capa aislante.

5 El área de la unión p-n del diodo de seguridad es, preferiblemente, menor que el área del conductor que constituye el electrodo de barrera.

Un dispositivo según la invención puede comprender una pluralidad de transistores de efecto de campo de barrera aislada p-n-p y/o n-p-n.

10 La invención se refiere además a una disposición de circuito que comprende un dispositivo semiconductor compuesto, según la invención, y que se caracteriza porque a la parte del primer tipo de conductividad, y al cruce del conductor, o de los conductores, por una región
15 de menor resistividad, se aplican, al menos tempralmente, unos potenciales a los que, como resultado de la diferencia de potencial entre dicha parte y el conductor o los conductores de dicha parte, los portadores de carga mayoritarios tienden a alejarse del conductor o de los conductores, y los portadores de carga minoritarios tienden
20 a acercarse al conductor o conductores.

Para que la invención se pueda llevar fácilmente a la práctica, a continuación se describirán con más detalle unos pocos ejemplos de ella, a título de ejemplo,
25 con referencia a los dibujos adjuntos, en los que:

La fig. 1 muestra diagramáticamente una vista en planta de una realización de un dispositivo semiconductor compuesto, según la invención, del cual:

30 La fig. 2 es una sección transversal diagramática, tomada según la línea (II-II) de la fig. 1.

328172



La fig. 3 muestra diagramáticamente una disposición de circuito según la invención, incluyendo el dispositivo que se muestra en las figs. 1 y 2.

La fig. 4 muestra diagramáticamente una disposición de circuito empleando dos transistores.

La fig. 5 muestra diagramáticamente una vista en planta de una segunda realización de un dispositivo semiconductor compuesto, según la invención, del cual:

La fig. 6 es una sección transversal diagramática tomada según la línea (VI-VI) de la fig. 5.

La fig. 7 es una sección transversal tomada según la línea (VII-VII) de la fig. 8.

La fig. 8 es una vista en planta; y

La fig. 9 es un diagrama de circuito de una tercera realización de dispositivo semiconductor compuesto según la invención.

El dispositivo semiconductor compuesto que se muestra en las figs. 1 y 2 comprende un cuerpo semiconductor 1, que tiene una parte 2 de un tipo de conductividad, donde existen dos zonas yuxtapuestas, 3 y 4, de tipo de conductividad diferente, pertenecientes a diferentes elementos de circuito semiconductor; un conductor 7, que se sitúa sobre una capa aislante 15, la cual cubre al menos a un lado del cuerpo semiconductor 1 y a las dos zonas 3 y 4, se extiende al menos hasta muy cerca de las dos zonas 3 y 4, en la presente realización sobre las zonas 3 y 4.

Se observa que, en la fig. 1, las zonas situadas por debajo de la capa aislante 15 se muestran con línea de trazos.

328172

27 JUN 1964



Según la invención un conductor 7 cruza a una región 6 situada en la parte 2, y tiene una resistividad menor que la de la parte 2, y es del primer tipo de conductividad. Como resultado de ello se evita, como se explicará más adelante, que durante el funcionamiento del dispositivo haya un canal que tenga el tipo de conductividad opuesto, debajo del conductor 7 y conectando a las zonas 3 y 4.

La región 6 se extiende solo en las proximidades del conductor 7 que cruza a la región 6. En caso de mayor expansión de la región 6, dicha región ocuparía mucho espacio innecesariamente.

En la presente realización, el conductor 7 que cruza a la región 6, con menor resistividad, constituye el electro de barrera de un transistor de efecto de campo, del tipo que tiene un electro de barrera aislante perteneciendo al transistor de efecto de campo la zona 4, de las dos zonas 3 y 4 de tipo de conductividad opuesto. La zona 3 está conectada al conductor 7 por una abertura 12 de la capa aislante 15, y, junto con la parte 2 del primer tipo de conductividad, constituye un diodo de seguridad que tiene la unión 16 p-n, el cual diodo protege de averías o perforación durante el funcionamiento a la capa aislante 15 que está debajo del electro 7 de barrera.

La zona 4 constituye el electro de fuente del transistor de efecto de campo, mientras que la zona 5 constituye el electro de drenaje. Las zonas 4 y 5 de la fig. 1 forman un dibujo interdigital. El conductor 8 está conectado a la zona 4 por la abertura 10 de la capa

328172

27 JUN



aislante 15, y el conductor 9 está conectado a la zona 5 por la abertura 11 de la capa aislante 15.

El dispositivo que se muestra en las figs. 1 y 2 se puede obtener de la siguiente forma:

5 El cuerpo de la partida es un cuerpo 1 de silicio, tipo n, con dimensiones de aproximadamente 200 x 200 x 120 micras, que tiene una resistividad de, por ejemplo, aproximadamente 2 a 5 ohm. cm.

10 De forma corrientemente usada en la tecnología de semiconductores, el cuerpo 1 se cubre con una capa de enmascaramiento, por ejemplo de óxido de silicio o de nitruro de silicio, en la que se proporcionan aberturas, análogamente de forma corrientemente usada en la tecnología de semiconductores, por ejemplo mediante una reserva
15 de producto fotosensible y un producto para ataque químico, para proporcionar las aberturas correspondientes a las zonas 3, 4 y 4, tipo p. Difundiéndose de forma normal un activador tipo p, por ejemplo boro, en el interior del cuerpo 1, a través de las aberturas, se pueden obtener
20 las zonas 3, 4 y 5. En el presente ejemplo, las zonas 3, 4 y 5 tienen un espesor de aproximadamente 4 micras, y una resistencia de hoja de aproximadamente 180 ohm por sección. En la vista en planta que se muestra en la fig. 1, la zona 3 tiene unas dimensiones de aproximadamente 30 x 80 micras,
25 mientras que los dígitos de las zonas interdigitales 4 y 5 tienen una longitud de aproximadamente 130 micras, una anchura de aproximadamente 14 micras, y una distancia entre sí de aproximadamente 8 micras.

30 Las aberturas de la capa de enmascaramiento se vuelven a cerrar de forma normal, tras lo cual se propor-

328172

27 JUL



ciona una abertura en la capa de enmascaramiento, y por dicha abertura se difunde en el cuerpo l semiconductor un activador tipo n, por ejemplo fósforo, obteniendo la región 6 de menor resistividad. La región 6 tipo n tiene
5 unas dimensiones de aproximadamente 16 x 100 x 3 micras, y una resistencia de hoja de aproximadamente 1,5 ohm por sección.

10 Luego se separa completamente la capa de enmascaramiento, y se proporciona una capa aislante limpia, 15, por ejemplo de óxido de silicio, que tiene un espesor de 0,2 micras. Mediante una reserva de producto fotosensible y un producto para ataque químico, se proporcionan en la capa 15 las aberturas 10, 11 y 12, tras lo cual se cubre el conjunto con una capa de aluminio que tiene un
15 espesor de aproximadamente 0,5 micras, por deposición de vapor a vacío. Atacando químicamente, de forma selectiva, de la manera normal, se separa parcialmente el aluminio, quedando los conductores 7, 8 y 9.

20 El cuerpo semiconductor se fija de la forma normal a un soporte metálico 20, por ejemplo soldando o aleando.

Se pueden conectar conductores de conexión al soporte 20 y a los conductores 7, 8 y 9.

25 La fig. 3 muestra un diagrama de circuito de una disposición de circuito para amplificar señales eléctricas, según la invención, que comprende un dispositivo semiconductor compuesto, que se muestra en las figs. 1 y 2, en el que a la parte 2, que es de conductividad tipo n, y al conductor 7, que corta a la región 6 con menor
30 resistividad, se aplican, al menos temporalmente, unos po-

328172



tenciales a los que, como resultado de la diferencia de potencial entre la parte 2 y el conductor 7, los portadores de carga mayoritarios de la parte 2 tienden a alejarse del conductor 7, y los portadores de carga minoritarios
5 tienden a acercarse al conductor 7.

La parte de la disposición del circuito, con el transistor F de efecto de campo y el diodo de seguridad D, que se muestra dentro de la línea de trazos de la fig. 3, es la parte del circuito que está integrada en el dispositivo semiconductor según las figs. 1 y 2.
10

En las figs. 1, 2 y 3 los conductores correspondientes son indicados por los mismos números de referencia.

Los conductores 20 y 8 y, a través de dichos
15 conductores, la parte 2 y la zona 4 (el electrodo de fuente del transistor de efecto de campo), están conectados a tierra y al terminal positivo de una batería, al que también se conecta el potenciómetro R_2 , de aproximadamente 1 megaohm. El terminal negativo (aproximadamente 20 vol-
20 tios) de la batería está conectado, por una resistencia R_1 de aproximadamente 50 kilohms, al conductor 9, y por dicho conductor 9 al electrodo 5 de drenaje del transistor de efecto de campo, y además al potenciómetro R_2 . El
25 conductor 7, que constituye el electrodo de barrera del transistor de efecto de campo, y que está conectado al diodo D (3, 16, 2) se fija en la polaridad negativa deseada a través del potenciómetro R_2 . En consecuencia, el electrodo de barrera 7 y el electrodo de drenaje 5 son
30 polarizados negativamente respecto al electrodo de fuente 4 y a la parte 2, siendo polarizado el diodo D en la

32817227



dirección inversa.

Como resultado de la diferencia de potencial entre el electrodo de barrera 7 y la parte 2 tipo n los portadores de carga mayoritarios de la parte 2, cargados negativamente, son repelidos del conductor 7, y los portadores de carga minoritarios, cargados positivamente, son atraídos. Como resultado de ello, se forma entre las zonas 4 y 5, tipo p, adyacentes a la capa aislante 15, un canal tipo p, de forma que puede circular corriente entre el electrodo de fuente 4, con el conductor 8, y el electrodo de drenaje 5, con el conductor 9. El valor de dicha corriente depende, entre otras cosas, de la diferencia de potencial entre el electrodo de barrera 7 y la parte 2, con el conductor 20.

Las señales de entrada a amplificar se aplican a los terminales P y Q, y dichas señales modulan a la diferencia de potencial entre el electrodo de barrera 7 y la parte 2, con el conductor 20. Como resultado de ello, se modula la corriente entre los conductores 8 y 9. Las señales de salida se derivan en los terminales R y S. Así, en este caso, se trata del uso normal de un transistor de efecto de campo.

El diodo de seguridad D (3, 16 2) se conecta en paralelo con el condensador constituido por el electrodo de barrera 7, la capa aislante 15 y la parte 2, y es proporcionado de tal forma que, al aumentar la diferencia de potencial entre el electrodo de barrera 7 y la parte 2, el diodo D llegue a un estado de fácil conducción antes de que se alcance una diferencia de potencial a la cual se averiase la capa aislante 15.

328172²⁷



Estará claro que en ausencia de la región 6 se formará un canal conductor inducido, además de entre las zonas 4 y 5, también entre las zonas 3 y 4, de forma que las zonas 3 y 4 quedan interconectadas de forma no deseada, por una trayectoria de fuga. Sin embargo, la región 6 de poca resistencia, presente según la invención, interrumpe dicha trayectoria de fuga.

La región 6 es del mismo tipo de conductividad que la parte 2, pero tiene menor resistividad, y en consecuencia mayor concentración de portadores de carga mayoritarios, de forma que para inducir un canal tipo p en la región 6 se necesitan diferencias de potencial mayores que para inducir un canal tipo p en la parte 2. Con las diferencias de potencial que pueden existir entre el conductor 7 y la parte 2 durante el funcionamiento, y limitada por el diodo D, no se puede inducir en la región 6 ningún canal tipo p, de forma que la región 6 evita las trayectorias de fuga entre las zonas 3 y 4.

En un amplificador de transistores, del tipo Darlington, se incluyen generalmente dos transistores T_1 y T_2 , que se interconectan de la forma que se muestra diagramáticamente en la fig. 4. El emisor E_1 del transistor T_1 está conectado a la base B_2 del transistor T_2 , conectándose el colector C_1 al colector C_2 . A través de los conductores de conexión 32, 33 y 34, conectados a la base B_1 del transistor T_1 , a los colectores C_1 y C_2 , y al emisor E_2 del transistor T_2 , respectivamente, los transistores T_1 y T_2 se pueden conectar a otras partes de la disposición del circuito.

Como se muestra diagramáticamente en las figs. 5

328172



27 JUL

y 6, los transistores T_1 y T_2 se pueden integrar en un cuerpo semiconductor 30 común. Los transistores se pueden proporcionar de la forma normal, en el cuerpo semiconductor 30 común, por ejemplo de silicio tipo n. Las zonas de base tipo p, 35 y 36, se pueden obtener por difusión de un activador tipo p, por ejemplo boro, y las zonas emisoras tipo n, 37 y 38, por difusión de un activador tipo n, por ejemplo fósforo. La parte 31, tipo n, del cuerpo semiconductor 30, constituye el colector común de los transistores T_1 y T_2 .

Sobre el cuerpo semiconductor 30 se proporciona una capa aislante 40, que comprende unas aberturas 41, 42, 43 y 44, para poner en contacto las zonas 35, 36, 37 y 38. Sobre la capa aislante 40 se proporciona un conductor 32 que pone en contacto a la zona 35 por la abertura 41, un conductor 34 que pone en contacto a la zona 38 por la abertura 44 y un conductor 48 que pone en contacto a la zona 37 por la abertura 43, y que pone en contacto a la zona 36 por la abertura 42.

El cuerpo semiconductor 30 se fija a un soporte metálico 33, de forma normal, por soldadura y/o por aleación.

Se pueden hacer conexiones eléctricas, por los conductores de conexión 32, 33 y 34, al dispositivo semiconductor compuesto que se muestra en las figs. 5 y 6. En las figs. 4, 5 y 6, los conductores de conexión correspondientes se denominan con los mismos números de referencia.

Se observa que en la fig. 5 se indican con líneas de trazo las zonas situadas debajo de la capa ais-

328172



lante 40.

Durante el uso normal del dispositivo semiconductor compuesto que se muestra en las figs. 5 y 6, las uniones p-n entre las zonas de base 35 y 36 y las zonas colectoras 31, están polarizadas en dirección inversa, mientras que las uniones p-n entre las zonas emisoras 37 y 38 y las zonas de base 35 y 36 respectivamente están polarizadas en dirección hacia adelante. Dado que los transistores T_1 y T_2 del presente ejemplo son transistores n-p-n, ello significa que el conductor 48 tiene un potencial negativo respecto a la parte 31 tipo n, de forma que se puede formar, por inducción, un canal tipo p adyacente a la capa aislante 40, entre las zonas 35 y 36 tipo p, a través del cual canal puede circular una corriente de fuga entre las zonas 35 y 36.

Sin embargo, según la invención, existe la región 50 tipo n, de menor resistividad que la parte 31 tipo n, y que es cruzada por el conductor 48. Como resultado de ello, la trayectoria de fuga inducida entre las dos zonas tipo p, 35 y 36, es interrumpida de forma similar a la descrita con referencia al ejemplo precedente.

La región tipo n se puede obtener simultáneamente con, y de la misma forma que las zonas emisoras 37 y 38, por difusión de un activador tipo n, por ejemplo fósforo. Así, la región 50 tiene una concentración de portadores de carga mayoritarios correspondiente a la de las zonas emisoras de los transistores, y tales concentraciones son lo suficientemente grandes para asegurar que la región 50 interrumpe a la trayectoria de fuga a las diferencias de potencial que existen en la práctica entre el conductor

328 172



48 y la parte 31.

A continuación se describe, con referencia a las figs. 7 y 8, una realización que comprende unos transistores de efecto de campo con barrera aislada n-p-n y p-n-p, y un método para fabricar esta realización.

Un cuerpo de silicio tipo p, de 5 ohm.cm, en forma de rebanada que puede tener 2 cm de diámetro, se pulimenta, por ejemplo hasta un espesor de 300 micras, y se pule, por ejemplo por ataque químico, de forma que tenga una estructura cristalina exenta de daños, y un acabado especular plano por una de sus superficies más grandes. Tal cuerpo puede proporcionar fácilmente 100 pares de transistores de efecto de campo con barrera aislada. Para mayor sencillez, la descripción siguiente se referirá a la manufactura de tan solo un par de transistores.

Se forma una capa de óxido sobre el cuerpo, por ejemplo calentando el cuerpo en oxígeno húmedo, saturado de vapor de agua a 98°C, durante 1 hora a 1000°C. Sobre la capa de óxido se proporciona una reserva de material fotosensible, y se expone de tal forma que se proteja de la radiación incidente un área que puede ser de aproximadamente 100 x 130 micras. Las partes no expuestas de la capa de reserva se eliminan con un revelador. Se conocen materiales de reserva adecuados, de los que se dispone en el comercio. En algunos casos, la capa de reserva que queda, previamente expuesta, se puede endurecer por cocción. La capa de óxido se elimina en un área correspondiente al área protegida, mediante ataque químico. Se prepara un producto adecuado para ataque químico añadiendo 1 parte en peso de fluoruro amónico a 4 partes en peso

328172



27 JUL 1953

de agua, y añadiendo a la misma 3% en volumen de ácido fluorhídrico al 40%. Usando un producto para ataque químico de silicio, de acción lenta (es conveniente una velocidad de ataque químico de 6 micras/min) se forma en el
5 cuerpo una cavidad de 12 micras de profundidad. Un producto adecuado para ataque químico consiste en 10 partes en volumen de ácido fluorhídrico al 40% y 90 partes en volumen de ácido nítrico al 70%.

Luego se proporciona en la cavidad una región
10 ni, difundiendo fósforo en las paredes de la cavidad. El resto del cuerpo es protegido de la acción del fósforo, por el recubrimiento de óxido,. La difusión de fósforo se efectúa con una atmósfera producida haciendo burbujear nitrógeno, en cantidad de 20 cc/min, a través de oxocloruro de fósforo, a 15°C, y añadiendo nitrógeno a la mezcla gaseosa resultante, circulando en cantidad de 200
15 cc/min. Para que se efectúe la difusión, el cuerpo se mantiene a 1050°C durante 30 min.

Luego se elimina el resto del recubrimiento de
20 óxido, por un procedimiento de ataque químico.

Se mide la profundidad de la cavidad, para determinar si es la requerida. Se prepara la superficie del cuerpo para una deposición epitaxial.

La preparación se puede hacer desengrasando en
25 tricloroetileno, hirviendo en ácido nítrico al 70%, eliminando el recubrimiento de óxido resultante, con ayuda de vapor de fluoruro de hidrógeno, y lavando con agua destilada y desionizada.

El cuerpo preparado se pone luego en un horno,
30 y se le proporciona una capa epitaxial tipo n, para lle-

328172



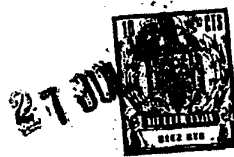
nar sustancialmente la cavidad. La superficie exterior de la capa epitaxial sigue el contorno de la superficie del cuerpo. La deposición epitaxial se puede efectuar calentando el cuerpo a una temperatura de 1250°C, por calentamiento por radiofrecuencia, en el horno, en atmósfera de hidrógeno muy puro. Se introduce en la atmósfera del horno tetracloruro de silicio y una pequeña cantidad de tricloruro de fósforo, de forma que, por reacción con el hidrógeno, se produce una capa epitaxial de silicio, activada con fósforo, que tiene una resistividad de 2 ohm.cm.

Después de la deposición epitaxial, se saca el cuerpo del horno y se pulimenta hasta que la superficie queda plana, y el límite de la unión p-n, en el sitio de la cavidad, es visible cuando se ataca químicamente con un producto adecuado para ataque químico. La formación de la capa n+, antes descrita, que es opcional, hace que la unión p-n sea más fácilmente visible.

Después de desengrasar y hervir en ácido nítrico al 70%, se vuelve a formar una capa de óxido sobre el cuerpo, y se elimina la capa de óxido sobre dos pequeñas áreas, para permitir la difusión de boro al interior del material tipo n depositado epitaxialmente.

Las pequeñas ventanas son rectángulos de lados paralelos, cada uno de ellos de 20 micras de anchura por 120 micras de longitud, separados por una distancia de 15 micras. La difusión de boro se efectúa haciendo pasar una corriente de nitrógeno sobre una cierta cantidad de nitruro de boro calentado a 1050°C, y dejando que la atmósfera resultante circule sobre el cuerpo, calentado a

328172



1050°C. Se consigue en 10 min una profundidad satisfactoria de difusión, de 1 micra.

Luego se vuelve a formar el recubrimiento de óxido, y se hacen en la capa de óxido dos pequeñas ventan
5 nas rectangulares de lados paralelos, de 40 micras de longitud y 20 micras de anchura, separadas por una distancia de 15 micras, para permitir la difusión de fósforo al interior del cuerpo original tipo p, difundándose el fósforo por el método antes descrito. Se obtiene una pro
10 fundidad satisfactoria, de 1 micra, para la difusión tipo n resultante, si se calienta el cuerpo a una temperatura de 1000°C durante 15 min.

El resto de la capa de óxido se separa por ataque químico, y se vuelve a formar una nueva capa de óxido,
15 por calentamiento del cuerpo en atmósfera de oxígeno seco, a 1200°C. La capa puede tener de 1000 a 2000 Å de espesor, obteniéndose estos espesores por calentamiento durante 15 min y 1 hora, respectivamente.

Se abren ventanas en la capa de óxido, para permitir que se haga contacto con las regiones difundidas tipo n y tipo p, con el cuerpo tipo p y con el material tipo n depositado epitaxialmente. La deposición y difusión
20 antes mencionadas se efectúan, todas, por un lado de la rebanada.

También se separa la capa de óxido del otro lado de la rebanada.
25

Después de limpiar la superficie, lo que se puede hacer sumergienco el cuerpo en fluorruro amónico, para ataque químico, durante 20 seg, se deposita una capa de
30 aluminio de 3000 Å de espesor sobre el recubrimiento de

328172

27 JUL



5 óxido y sobre el material semiconductor, en las ventanas, por evaporación a vacío. Se obtiene una adhesión satisfactoria si el cuerpo se calienta a aproximadamente 150°C durante la deposición del aluminio. Se proporciona sobre el aluminio un material fotosensible, que se expone y revela para definir un dibujo deseado de conexiones, y dos electrodos de barrera. El aluminio que no se necesita de se elimina con ayuda de un baño de ataque químico con ácido fosfórico, a temperatura mayor de 30°C.

10 Las figs. 7 y 8 muestran un dispositivo completo, que comprende un cuerpo 1 tipo p, un material 2 tipo n depositado epitaxialmente, cuya extensión se muestra en la fig. 8 por la línea 3 de punto y raya; una capa p+ difundida, 4; regiones difundidas tipo p, 5; regiones difundidas tipo n, 6; y una capa de óxido 7. Se proporcionan electrodos de barrera de aluminio, 8 y 9, y otros conductores de aluminio. El conductor 10 proporciona conexión a la fuente 5, el conductor 11 conecta entre sí los electrodos de barrera 8 y 9, el conductor 12 proporciona conexión con, e interconecta a los drenajes 5 y 6, el conductor 13 proporciona conexión con la fuente 6, y los conductores 14 y 15 proporcionan conexión con las regiones 2 y 1, respectivamente.

25 Según la invención, se proporciona una región p+ difundida, 16, que se indica en líneas de trazos en la fig. 8, para proporcionar una interrupción de un canal que podría proporcionar una acción no deseada de efecto de campo parásito. Se puede proporcionar cualquiera de tales regiones 16 en cualquier etapa adecuada, cuando se estén proporcionando regiones difundidas de transistor si-

30

328172

27 JUL



milares.

La fig. 9 es un diagrama de circuito que corresponde al circuito del dispositivo que se muestra en las figs. 7 y 8. Tal circuito, que se puede usar como interruptor, es bien conocido para un transistor de efecto de campo con barrera aislada p-n-p y n-p-n, y se puede denominar circuito interruptor de par complementario de transistor de efecto de campo con barrera aislada.

Será evidente que los dos transistores se pueden conectar en circuitos distintos de los antes descritos, que en el cuerpo 1 y/o en la capa 7 de óxido se pueden proporcionar otros componentes, tales como transistores, diodos, resistencias y capacitancias, y que, en particular, se pueden proporcionar otros transistores de efecto de campo con barrera aislada p-n-p y /o n-p-n.

De todas formas, se hará la observación de que la capa n difundida, 4, que rodea a la región n 2, puede evitar en cierto grado la acción no deseada de efecto de campo parásito.

Será evidente que la invención no está restringida a las realizaciones descritas, y que son posibles muchas variaciones, para las personas versadas en la materia, sin salir del ámbito de la invención. Por ejemplo, en los dispositivos de semiconductor compuesto que se muestran en las figs. 1 y 2 y en las figs. 5 y 6, se pueden incluir más elementos de circuito, por ejemplo resistencias. Además, en vez de los conductores 20 y 33, se pueden proporcionar conductores sobre las capas aislantes 15 y 40, los cuales se conectan a las partes 2 y 31 tipo n, por una abertura de dichas capas. Además, en los ejemplos discu-



tidos, la invención se puede aplicar ventajosamente a numerosas disposiciones de circuitos, o partes de las mismas, que están integradas en un cuerpo semiconductor, y en las que pueden presentarse trayectorias inducidas de fuga, del tipo descrito. En estos casos, puede ser a veces particularmente útil que al menos dos conductores, dispuestos sobre la capa aislante, corten a la región de menor resistividad.

La presente solicitud, que corresponde a las presentadas en Gran Bretaña el 22 de Junio de 1965, bajo el nº. 26340/65 y en Holanda el 5 de mayo de 1966, bajo el nº. 66-06083, se acoge a los beneficios del artículo 51 del vigente Estatuto sobre Propiedad Industrial.

N O T A

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

1.- Un dispositivo semiconductor compuesto que comprende un cuerpo semiconductor provisto al menos de una capa aislante en cuya capa existe una capa conductora dispuesta en dibujo, caracterizado porque existen regiones localmente excitadas en el material semiconductor por debajo de partes de la capa conductora dispuesta en dibujo para reducir la acción de efecto de campo parásita indeseable.

328172



2.- Un dispositivo semiconductor compuesto que comprende un cuerpo semiconductor que tiene una parte de un tipo de conductividad en cuya parte existen dos zonas yuxtapuestas de tipo de conductividad compuesto que pertenecen a elementos de circuito semiconductor diferentes, estando dispuesto un conductor en una capa aislante, cubriendo dicha capa al menos un lado del cuerpo semiconductor y las dos zonas, extendiéndose dicho conductor al menos dentro de la próxima vecindad de las dos zonas, caracterizado porque el conductor cruza una región situada en dicha parte, teniendo dicha región una resistividad inferior a la de dicha parte y siendo de un tipo de conductividad, de manera que durante el funcionamiento del dispositivo bajo el conductor puede ser evitada la producción de un canal inducido del tipo de conductividad opuesto que conecta las dos zonas.

3.- Un dispositivo semiconductor compuesto como se reivindica en el punto 1, caracterizado porque al menos dos conductores dispuestos en la capa aislante cruzan la región con resistividad inferior.

4.- Un dispositivo semiconductor compuesto como se reivindica en los puntos 1 ó 2, caracterizado porque la región con resistividad inferior se extiende solo en la proximidad del conductor (o de los conductores) que cruzan la región.

5.- Un dispositivo semiconductor compuesto como se reivindica en uno o más de los puntos precedentes, caracterizado porque el dispositivo comprende un transistor de efecto de campo con barrera aislada.

6.- Un dispositivo semiconductor compuesto como

328172

14 ABR.



se reivindica en el punto 5, caracterizado porque existen una pluralidad de transistores de efecto de campo con barrera aislada p-n-p y/o n-p-n.

5 7.- Un dispositivo semiconductor compuesto como se reivindica en los puntos 5 ó 6, caracterizado porque el electrodo de barrera del transistor de efecto de campo está conectado a otro elemento de circuito, cruzando dicha conexión una región local altamente excitada.

10 8.- Un dispositivo semiconductor compuesto como se reivindica en uno o varios de los puntos precedentes, caracterizado porque el conductor que cruza la región con resistividad inferior constituye el electrodo de barrera de un transistor de efecto de campo con barrera aislada, perteneciendo una de las dos zonas de tipo de conductivi-
15 dad opuesto a dicho transistor de campo y estando la otra de las dos zonas conectada a través de una abertura de la capa aislante al conductor, y junto con la parte del primer tipo de conductividad constituyendo un diodo de seguridad que protege la capa aislante bajo el electrodo
20 de barrera contra la perforación durante el funcionamiento.

25 9.- Un dispositivo semiconductor compuesto como se reivindica en el punto 4, caracterizado porque el área de la unión p-n del diodo de seguridad es menor que el área del conductor.

10.- Un dispositivo semiconductor compuesto.

328172 14



Tal y como se ha descrito en la Memoria que antecede, representado en los dibujos que se acompañan y con los fines que se han especificado.

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

Madrid,

14 ABR. 1967

BPD/.

16.3.67

- 26 -

328172

21

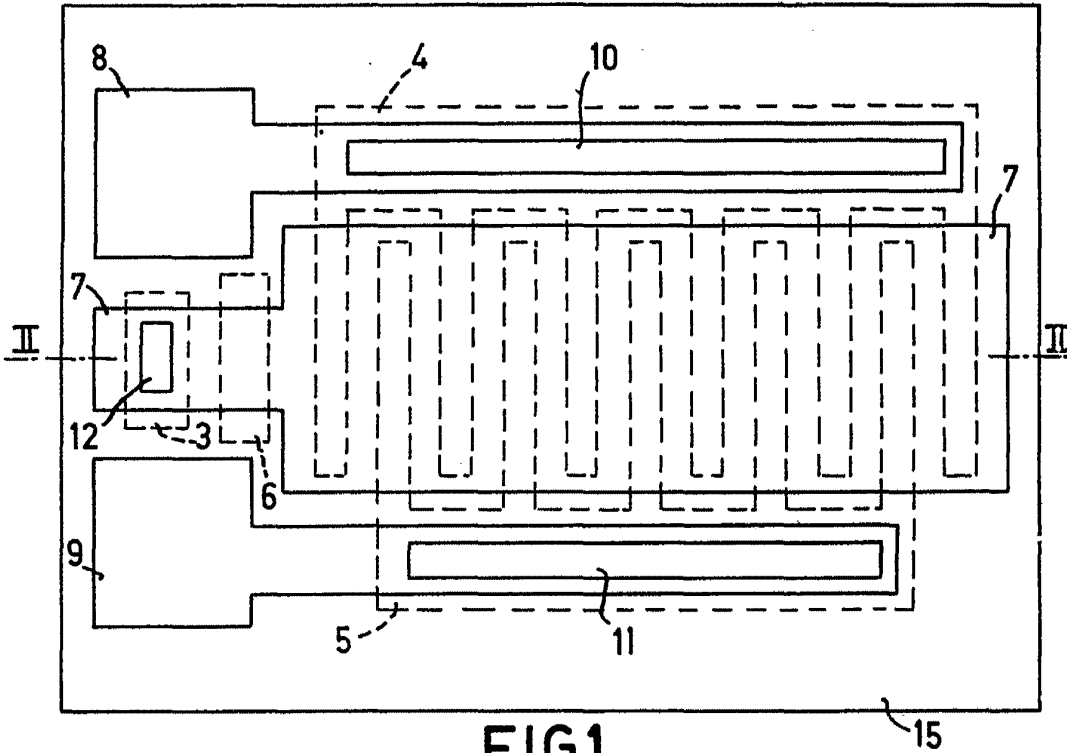


FIG. 1

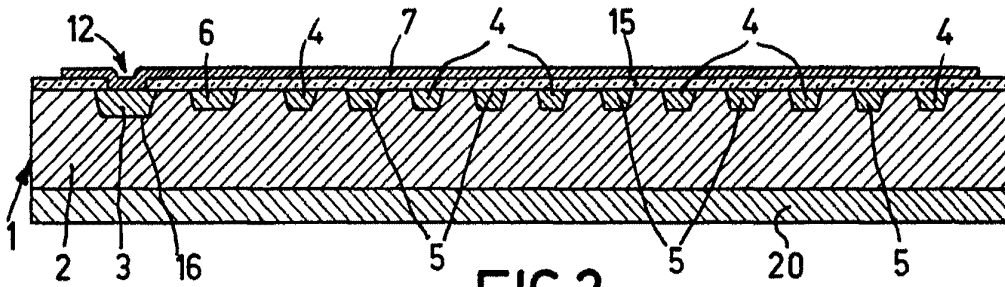


FIG. 2

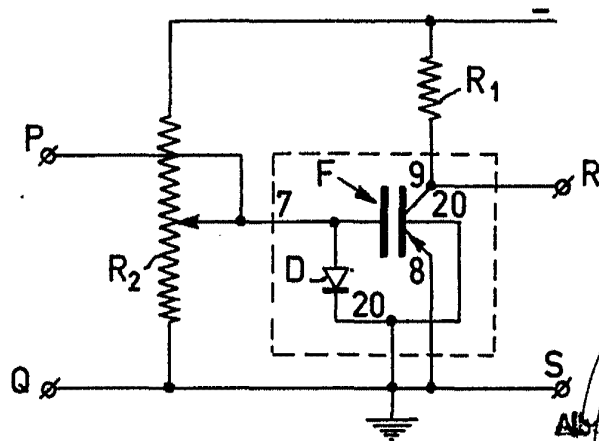


FIG. 3

Alberto de Elzaburu
Por Fodis

328172

27

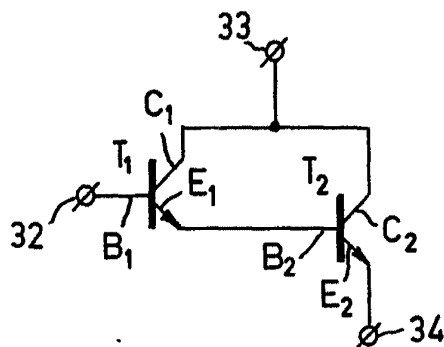


FIG. 4

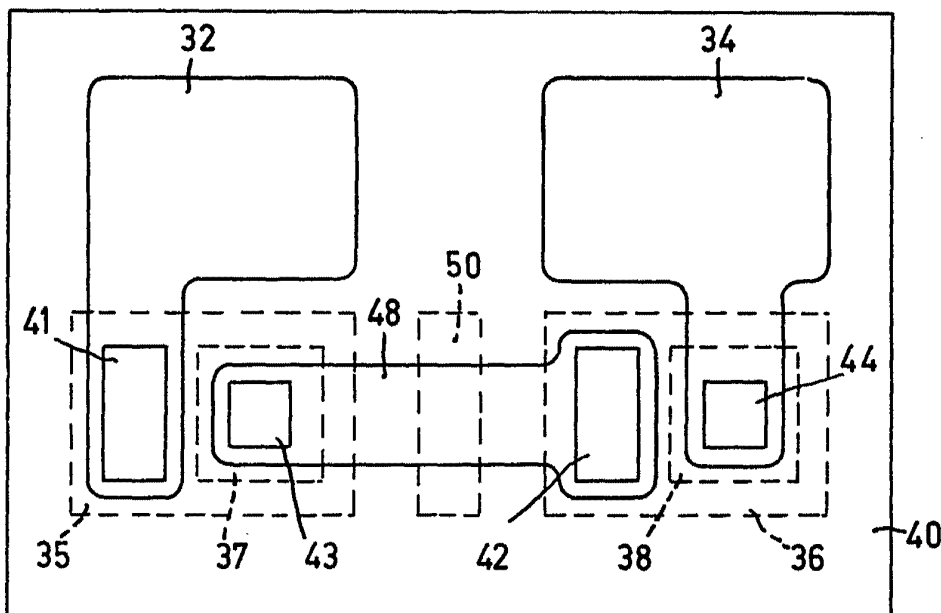


FIG. 5

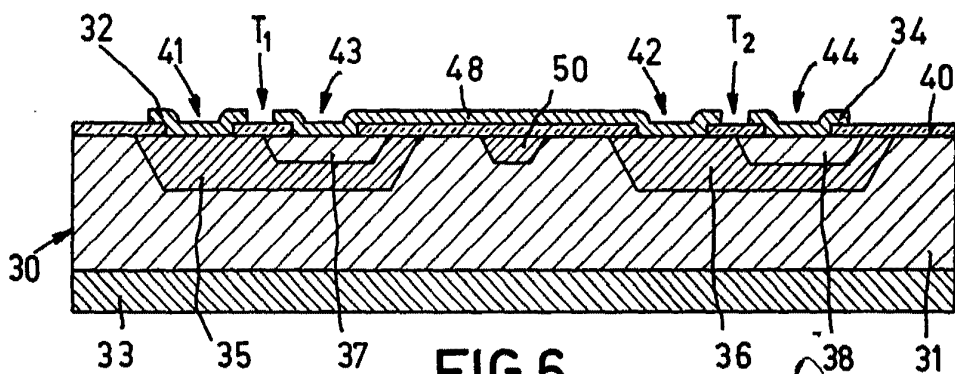


FIG. 6

Alberto de Eizbaiz
Por Poder

328172

27

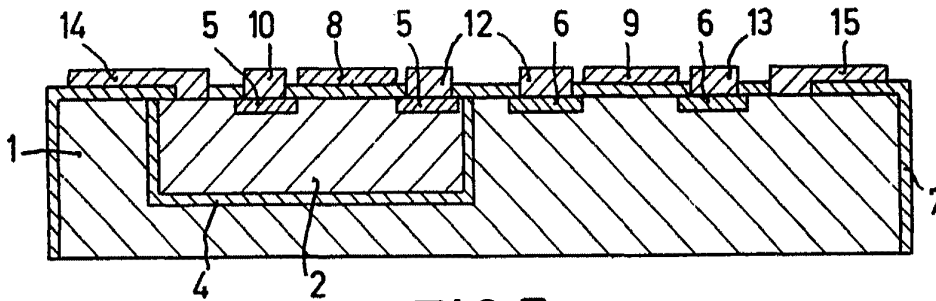


FIG. 7

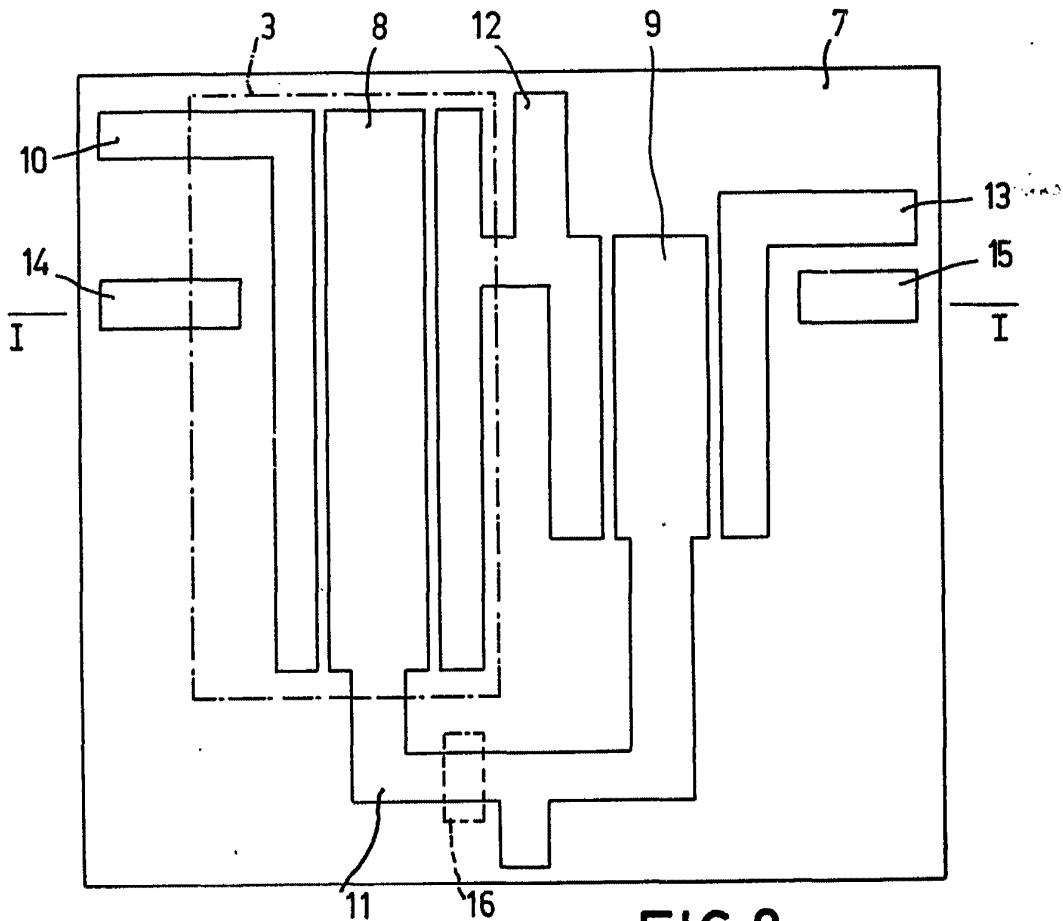


FIG. 8

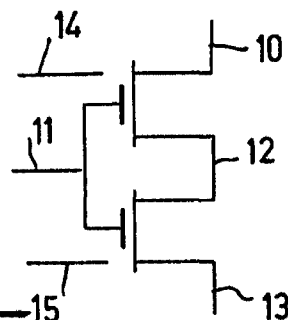


FIG. 9

Alberto de Echeverria
 Pat. Agent
