

383728

P.- 45.482

RCA 62.339

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

Memoria descriptiva



383728

para solicitar PATENTE DE INVENCION EN ESPAÑA por 20 años

a nombre de RCA CORPORATION

entidad / de nacionalidad norteamericana

con domicilio en 30 Rockefeller Plaza, Nueva York, N.Y.,
Estados Unidos de América

por: "UN DISPOSITIVO SEMICONDUCTOR"

(Clase Internacional H011)

=====

14.9.70.

383728

17 SEP



La presente invención se refiere a dispositivos semiconductores, y en particular a estructuras de contacto perfeccionadas para diodos, transistores, circuitos integrados y similares.

5 Algunos dispositivos semiconductores exigen estructuras de contacto de elevado factor de fiabilidad; son notables en este aspecto los circuitos integrados y los transistores de potencia de alta frecuencia. En investigaciones realizadas buscando estructuras de contacto más seguras (de mayor fiabilidad), se ha descubierto que las películas depositadas de metales refractarios, en especial de tungsteno y molibdeno, ofrecen capas de contacto muy conductivas que no reaccionan con el dióxido de silicio, funden a temperaturas comprendidas entre 3000°C y 4000°C y tienen elevadísimas temperaturas de formación de eutécticas. Ahora bien, estas capas de contacto refractarias presentan dos desventajas principales. En primer lugar, el tungsteno y el molibdeno depositados por métodos ya conocidos no se adhieren bien al silicio ni al dióxido de silicio. En segundo lugar, los hilos conductores de aluminio y de oro, tan profusamente usados, no se unen bien al tungsteno ni al molibdeno durante las operaciones de unión por termocompresión o con ultrasonidos.

15 Nuevas investigaciones han tratado de obviar estas desventajas. Una de las estructuras de contacto, que da adherencia para con un cuerpo de silicio, comprende una capa de una aleación de platino-carbono en una abertura del dióxido de silicio, haciendo contacto óhmico con el silicio. Sobre el contacto de aleación de platino-carbono y sobre una parte del recubrimiento de dióxido

30
4.9.70.



de silicio se deposita una capa de tungsteno. Si bien esta estructura proporciona un contacto óhmico con la superficie de un cuerpo de silicio, subsisten los problemas de adherencia de la capa refractaria al dióxido de silicio, y de poder unir o pegar hilos conductores a la capa refractaria.

Hay otra estructura de contacto que proporciona un medio de unir hilos conductores de oro a una capa de contacto refractaria. La estructura comprende una capa de molibdeno que salva o puentea el recubrimiento de dióxido de silicio, y hace contacto óhmico con el cuerpo de silicio a través de una abertura practicada en el dióxido de silicio. Encima de la capa de molibdeno se dispone por evaporación una capa de un metal maleable, que comprende aluminio u oro y permita unir el hilo de oro a la estructura de molibdeno y metal maleable.

Si bien con la capa combinada arriba descrita se resuelve el problema de unir el hilo conductor a una estructura de contacto refractaria, la adherencia del metal refractario a las capas aislantes de dióxido de silicio deja aún bastante que desear. Por ejemplo, según se ha descubierto, para los dispositivos que requieren una pluralidad de uniones con hilo de aluminio u oro, la capa de metal refractario tiende a desprenderse de los recubrimientos aislantes durante la etapa de unión por medio de termocompresión o de ultrasonidos. Ofrece particular interés en este aspecto el transistor de alta frecuencia denominado de superposición u "Overlay". En la actual fabricación del transistor de "Overlay" se requieren hasta 10 ó 12 uniones o conexiones con hilo de oro. Cuando se

30
4.9.70.



emplea como estructura de contacto una capa de un metal refractario, tal como el tungsteno, la capa de tungsteno tiende a levantarse y separarse del recubrimiento aislante de dióxido de silicio, lo que muchas veces da por resultado el fallo del dispositivo.

Un dispositivo semiconductor conforme al presente invento comprende un cuerpo semiconductor cristalino dotado de una superficie mayor o principal. En la superficie hay dispuesto un recubrimiento aislante dotado de una abertura que deja al descubierto una parte de la superficie. Sobre el recubrimiento va dispuesta una capa de metal refractario, que hace contacto óhmico con la superficie del cuerpo semiconductor a través de la abertura. Una capa muy conductiva y no refractaria recubre o se superpone a una parte de la capa de metal refractario y a una parte del recubrimiento aislante.

En el dibujo adjunto:

- la figura 1 es una vista en perspectiva de un dispositivo semiconductor en el que se emplea la nueva estructura de contacto del presente invento, con una parte del dispositivo y de la estructura de contacto desprendida; y

- la figura 2 es una vista en perspectiva de un transistor de superposición u "Overlay" en el que se emplea la nueva estructura de contacto del presente invento, con parte del transistor desprendida.

Ejemplo I:

La estructura de contacto puede emplearse con una diversidad de dispositivos semiconductores. Ahora bien, ofrecen particular interés aquellos dispositivos

30
4.9.70.



que, por sus pequeñas dimensiones, requieren unos conductores de salida de tipo pelicular dispuestos en un recubrimiento aislante del dispositivo y que hacen contacto con las regiones semiconductoras a través de unas aberturas practicadas en el recubrimiento.

5

En la fig. 1 se ilustra un transistor de unión 10 de tipo planar en el que se emplea la estructura de contacto. El transistor 10 comprende un cuerpo semiconductor 12, preferiblemente de silicio, dotado de una superficie mayor o principal 14. En el cuerpo semiconductor 12 hay formada una región de colector 16 de tipo N y una región de emisor 18 de tipo N, así como una región de base 20 de tipo P entre las regiones de colector y de emisor. Unas partes de las tres regiones 16, 18 y 20 se extienden hasta llegar a la superficie 14.

10

15

El tamaño del cuerpo 12 y los perfiles de difusión y conductividad de las tres regiones 16, 18 y 20 no son críticos. A título de ejemplo vale decir que el cuerpo 12 comprende una pastilla de silicio de 0,356 mm en cuadro y 0,076 mm de espesor, en la cual la región de base 20 se extiende penetrando 0,025 mm en el cuerpo 12, a partir de la superficie 14, y la región de emisor 20 se extiende penetrando 0,015 mm en la región de base, a partir también de la superficie. El resto del cuerpo 12 constituye la región de colector 16.

20

25

En la superficie mayor 14 se dispone un recubrimiento aislante 22, compuesto preferiblemente de dióxido de silicio; son también adecuadas otras composiciones aislantes, tales como las de nitruro de silicio. Para algunas aplicaciones de dispositivos, el recubrimiento

30

4.9.70.

383728



aislante 22 puede ser de grosor uniforme en toda la superficie 14 del cuerpo 12. Ahora bien, a causa de los métodos de fabricación empleados en general en la manufactura de los transistores de tipo planar, el recubrimiento 22 del transistor planar 10 de la fig. 1 comprende una región gruesa 24 superpuesta a la de colector 16, y una región delgada 26 que se superpone a las de emisor y de base 18 y 20. Por ejemplo, la región gruesa 24 del recubrimiento 22 es de unos 20.000 Å, en tanto que la región delgada 26 tiene unos 10.000 Å de espesor.

La región delgada 26 del recubrimiento 22 tiene una abertura de emisor 28 que deja al descubierto una parte de la región de emisor 18 en la superficie 14, y una abertura de base 30 que deja al descubierto una parte de la región de base 20 en la superficie.

Sobre una parte del recubrimiento aislante 22 hay dispuesta una capa de contacto de emisor 32, de metal refractario, de modo que hace contacto óhmico con la región de emisor 18 a través de la abertura de emisor 28, y se extiende por encima de la región delgada 26 y de una parte de la región gruesa 24 del recubrimiento. De igual manera, una capa de contacto de base 34, de metal refractario, hace contacto óhmico con la región de base 20 a través de la abertura de base 30, y se extiende igualmente por encima de unas partes de las regiones gruesa y delgada 24 y 26 del recubrimiento 22. Entre los metales refractarios adecuados se incluyen el molibdeno y el tungsteno; ahora bien, se prefiere el tungsteno. Las dimensiones de la capa de contacto 32 y 34 no son críticas; por ejemplo, las capas tienen entre 10.000 y 25.000 Å de espesor.

4.9.70.



sor.

Sobre una parte de la capa 32 de contacto de emisor y una parte de la región gruesa 24 del recubrimiento aislante 22 hay dispuesta una capa 36 muy conductiva, de metal no refractario. De igual modo, hay una segunda capa muy conductiva 38, de metal no refractario, dispuesta por encima de una parte de la capa 34 de contacto de base y una parte de la región gruesa 24 del recubrimiento 22. Entre los metales no refractarios y de gran conductividad apropiados se incluyen, solos o combinados, el aluminio, el oro, la plata y el platino; ahora bien, se prefiere el aluminio. Si bien las dimensiones de las capas de aluminio 36 y 38 no son críticas, se prefiere que las partes de las capas 36 y 38 superpuestas a la región gruesa 24 del recubrimiento aislante 22 sean de alrededor de 0,025 mm en cuadro, para obtener unas áreas de unión 40 y 42 relativamente grandes. Adecuadamente, las capas de aluminio 36 y 38 tienen entre 15.000 y 25.000 Å de espesor. A las áreas de unión o conexión 40 y 42 se unen unos conductores de toma o salida 44 y 46, respectivamente, que proporcionan un camino eléctrico de conducción entre las regiones de emisor y de base 18 y 20 y unas conexiones exteriores (no representadas). Unos hilos de salida apropiados serían, por ejemplo, de aluminio o de oro de alrededor de 0,025 mm de diámetro.

El transistor 10 se completa con un contacto metálico de colector 48 dispuesto en la superficie inferior 15 del cuerpo semiconductor 12.

El transistor y la estructura de contacto pueden fabricarse de la siguiente manera: El material de
30
4.9.70.

383728

178



partida es una pastilla de silicio de tipo N, de las dimensiones arriba citadas. En la superficie de esta pastilla se deposita, por uno cualquiera de entre varios métodos ya conocidos en la técnica del ramo, un recubrimiento de dióxido de silicio de alrededor de 10.000 Å de espesor. La superficie de este recubrimiento se trata con un agente de fotorreserva adecuado, se protege o enmascara y se expone el agente de fotorreserva hasta dejar al descubierto o sin proteger una área del recubrimiento correspondiente a la deseada para la región de base. Se trata luego la pastilla con un agente de ataque químico (mordiente) para quitar las partes no protegidas del de fotorreserva y el dióxido de silicio, y a continuación se coloca en un horno de difusión y se trata con nitruro de boro, para así difundir la región de base de tipo P en la pastilla, de tipo N. Durante la difusión del boro, se deposita una delgada película de dióxido de silicio, de unos 5.000 Å de espesor, encima de la superficie de la pastilla y de las partes restantes del recubrimiento de óxido inicial.

Al recubrimiento de óxido se le aplica una segunda capa de fotorreserva, y se enmascara o protege la superficie correspondiente al área de emplazamiento deseada para el emisor. Se expone a continuación la fotorreserva y se somete a ataque químico la pastilla, para así quitar el óxido y la fotorreserva no protegidos. Se vuelve a colocar la pastilla en un horno de difusión, y se trata con una solución de fósforo para difundir la región de emisor, de tipo N, en la de base de tipo P. Durante la difusión del emisor se deposita una película de dióxido de silicio, de unos 5.000 Å de espesor, en las partes expues-

30
4.9.70.



tas de la pastilla de silicio y en las partes restantes del recubrimiento de óxido. El recubrimiento se trata luego con una tercera capa de fotorreserva, se protege, se expone la fotorreserva y se somete la pastilla a ataque químico, para abrir o practicar las aberturas 28 y 30 de emisor y de base.

A continuación, se deposita una capa de tungsteno en la superficie entera del recubrimiento de óxido 22 y a través de las aberturas 28 y 30, para efectuar el contacto óhmico con las regiones de emisor y de base. Si bien es posible depositar la capa de tungsteno por métodos normales de bombardeo de radiofrecuencia ya conocidos en la técnica del ramo, se prefiere atacar el silicio de las aberturas de contacto y el recubrimiento de óxido 22 con hexafluoruro de tungsteno, en atmósfera de gas argón. A continuación se deposita la capa de tungsteno mediante reducción del hexafluoruro de tungsteno en atmósfera de hidrógeno. Se vuelve a efectuar la secuencia de fotorreserva, protección, exposición y grabado o ataque químico, a fin de quitar el tungsteno que no se necesite y definir las capas de contacto 32 y 34 de emisor y de base.

Se coloca luego la pastilla en una cámara de evaporación, y se aplica por este procedimiento una capa de aluminio sobre los contactos de tungsteno y ambas superficies de la pastilla. Con una secuencia final de fotorreserva y ataque químico se quita el aluminio no deseado y se definen las capas de aluminio 36 y 38, que incluyen las áreas de unión 40 y 42. A estas áreas pueden unirse los conductores o hilos de salida 44 y 46, bien por

4.9.70.

383728

17 SEP



termocompresión, bien con ultrasonidos.

Ejemplo II:

En la fig. 2 se ilustra una forma de ejecución de transistor de superposición 50 de emisor múltiple, en el que se emplea la estructura de contacto. Los transistores de superposición o de "Overlay" son ya conocidos en la técnica del ramo; véase, por ejemplo, el artículo de D. Carley, P. McGeough y J. O'Brien publicado en "Electronics", 23 de agosto 1965, pp. 71-77.

El transistor 50 comprende un cuerpo semiconductor 52 que tiene una superficie mayor o principal 54. En el cuerpo semiconductor 52 hay un substrato 56 de tipo N⁺, y junto al substrato hay una región de colector 58 de tipo N. Una parte de la región de colector 58 se extiende hasta la superficie 54.

El transistor 50 incluye una región de base que comprende una pluralidad de regiones de base de tipo P, que incluye las regiones de base 60 a 63 inclusive, y una zona de conducción 66 más profunda de tipo P⁺ que rodea la totalidad de las regiones de base de tipo P. En cada región de base de tipo P hay dispuesta una región de emisor de tipo N. Cuatro de las regiones de emisor llevan los números 68 a 71 inclusive en la fig. 2, y están dispuestas en las regiones de base 60 a 63 inclusive.

Sobre la superficie 54 va dispuesto un recubrimiento aislante 76; de igual manera que en el caso del recubrimiento aislante 22 del transistor 10 de la fig. 1, el recubrimiento 76 del transistor 50 comprende tanto una región delgada 78 superpuesta a las regiones de base y de emisor como una región gruesa 80 que se superpone a

30
4.9.70.



la región de colector 58. La delgada región 78 tiene una pluralidad de aberturas de emisor que dejan al descubierto una parte de cada región de emisor en la superficie 54. En la fig. 2 se representan cuatro de las aberturas (sin numerar), las cuales dejan al descubierto las regiones de emisor 68 a 71 inclusive. La delgada región 78 tiene asimismo una pluralidad de aberturas largas y de base delgada que dejan al descubierto partes de la zona de conducción 66 de tipo P^+ de la región de base. Dos de estas aberturas de base están designadas con los números 72 y 75 en la fig. 2.

Encima de una parte de la región delgada 78 del recubrimiento 76 hay dispuesta una pluralidad de capas de contacto de emisor 82 a 88 inclusive, de metal refractario, cada una de las cuales hace contacto óhmico con una fila de regiones de emisor, a través de las aberturas de emisor. En la fig. 2, la capa de contacto 82 de emisor hace contacto con la región de emisor 71, y la capa de contacto 83 de emisor hace contacto con las regiones de emisor 68 a 70 inclusive. Las capas de emisor 82 a 88 inclusive se extienden también hasta el borde de la región gruesa 80, y están conectadas en paralelo por medio de una tira de contacto 92 de emisor, de metal refractario, dispuesta a lo largo de una parte de la región gruesa 80. De igual manera, encima de una parte de la región delgada 78 hay dispuesta una pluralidad de capas de contacto de base 94 a 101 inclusive, de metal refractario, que hacen contacto óhmico con unas partes de la región de base 66 de tipo P^+ a través de las aberturas de base, incluidas las aberturas 72 y 75. A lo largo de una parte

30
4.9.70.



de la región gruesa 80 hay dispuesta una tira de base 106 de metal refractario, para interconectar en paralelo las capas de contacto 94 a 101 de base.

5 Encima de una parte de la tira de contacto de emisor 92 hay dispuestas equidistantemente tres capas 108 a 110 de un metal no refractario y muy conductor, que cubren también una parte de la región gruesa 80 del recubrimiento aislante 76. Igualmente, hay cuatro capas de metal muy conductor y no refractario, 112 a 115 inclusive, 10 dispuestas encima de una parte de la tira de contacto de base 106 y de la región gruesa 80.

15 El transistor 50 se completa con un contacto metálico de colector 116 dispuesto en la superficie inferior 55 del cuerpo 52. Puede haber unos hilos conductores de toma o salida (no representados) unidos a la parte de las capas de metal no refractario y muy conductor dispuesta encima de la región gruesa 80 del recubrimiento 76.

20 Las capas de metal refractario del transistor 50 constan preferiblemente de tungsteno, y las de metal muy conductor y no refractario comprenden de preferencia aluminio. La estructura de contacto se fabrica de manera semejante a la arriba descrita con referencia al transistor de tipo planar 10 de la fig, 1.

25 Un transistor de superposición que haga uso de la estructura de contacto de esta invención ofrece un alto grado de fiabilidad. La capa de tungsteno se adhiere bien al silicio. La capa de aluminio se adhiere bien al tungsteno, y permite unir los hilos conductores de oro o de aluminio a la estructura de contacto. Además,

30
4.9.70.



la capa de aluminio da a la capa de tungsteno un soporte
estructural adicional, y reduce grandemente la probabili-
dad de que el tungsteno se desprenda del recubrimiento de
dióxido de silicio, ya que los esfuerzos térmicos y mecá-
nicos durante el pegado de los hilos tienen lugar encima
5 de la región de óxido gruesa, y no sobre la capa de tung-
steno.

La presente solicitud que corresponde a
la presentada en los Estados Unidos de América, el 25 de
10 Septiembre de 1969, bajo el número 861.036, se acoge a
los beneficios del artículo 51 del vigente Estatuto sobre
Propiedad Industrial.

REIVINDICACIONES

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

1.- Un dispositivo semiconductor que com-
prende un cuerpo semiconductor cristalino dotado de una
superficie mayor o principal y un recubrimiento aislante
20 en la superficie, teniendo dicho recubrimiento una abertu-
ra que deja al descubierto una parte de la superficie, ca-
racterizado dicho dispositivo por tener una capa de metal
refractario dispuesta encima de dicho recubrimiento ais-
lante y que hace contacto óhmico con la superficie a tra-

24
4.9.70.

383728-9 F



y un hilo de oro unido a la parte de dicha capa de aluminio superpuesta a dicho recubrimiento aislante.

7.- Un dispositivo semiconductor.

Tal y como se ha descrito en la Memoria que antecede, y para los fines que se han especificado.

Esta Memoria consta de quince hojas escritas a máquina por una sola de sus caras.

Madrid, 9 FEB. 1973

P.A.

5.2.73

383728

383728

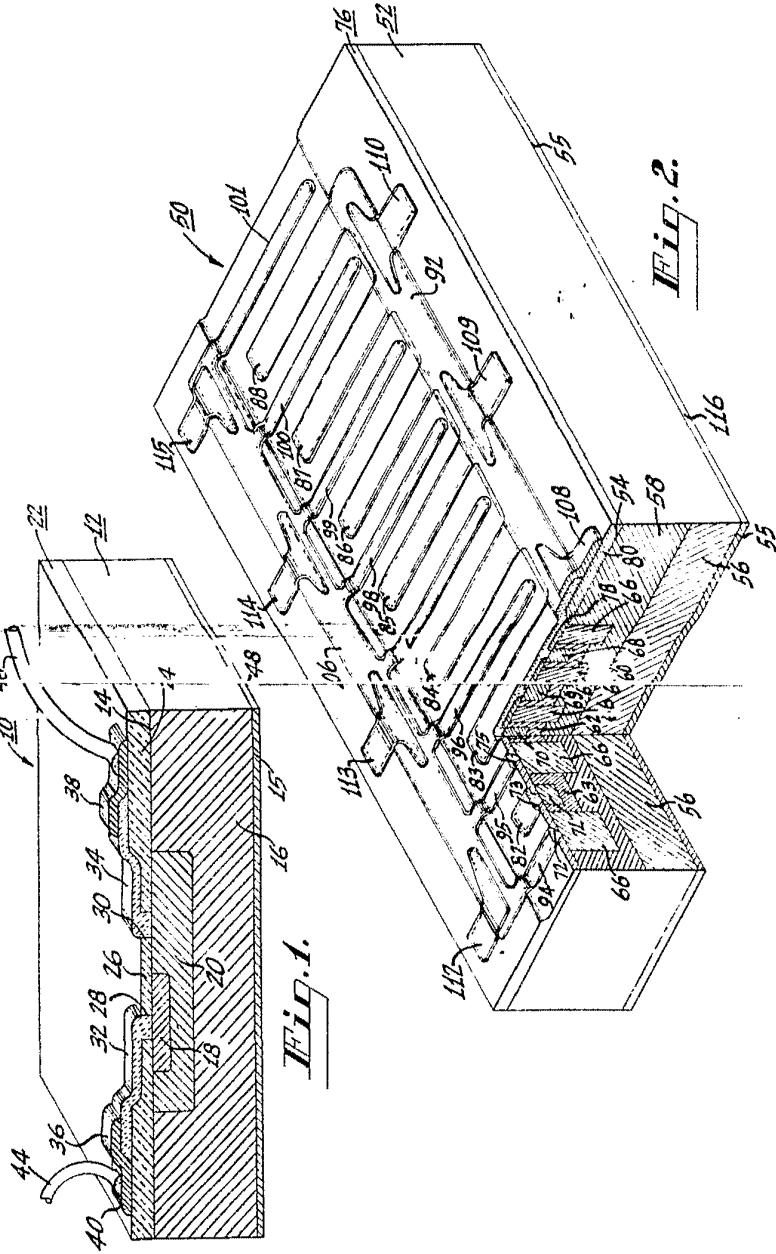


Fig. 1.

Fig. 2.

Alberto *Albergo*
 Por Poder.

POOR
 QUALITY

383728

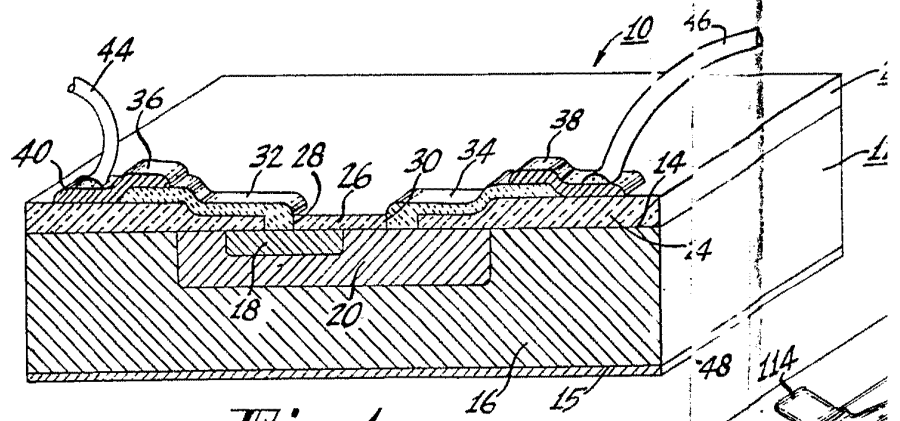
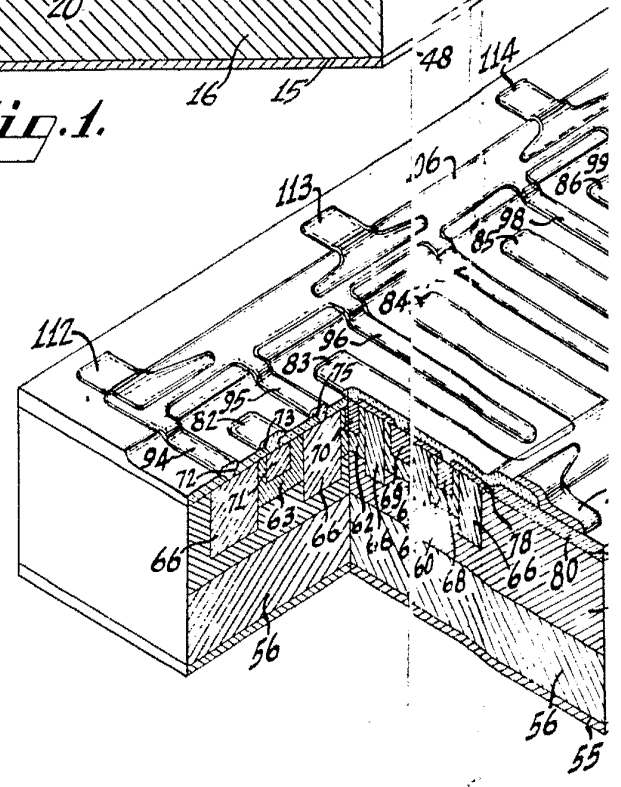


Fig. 1.



383728

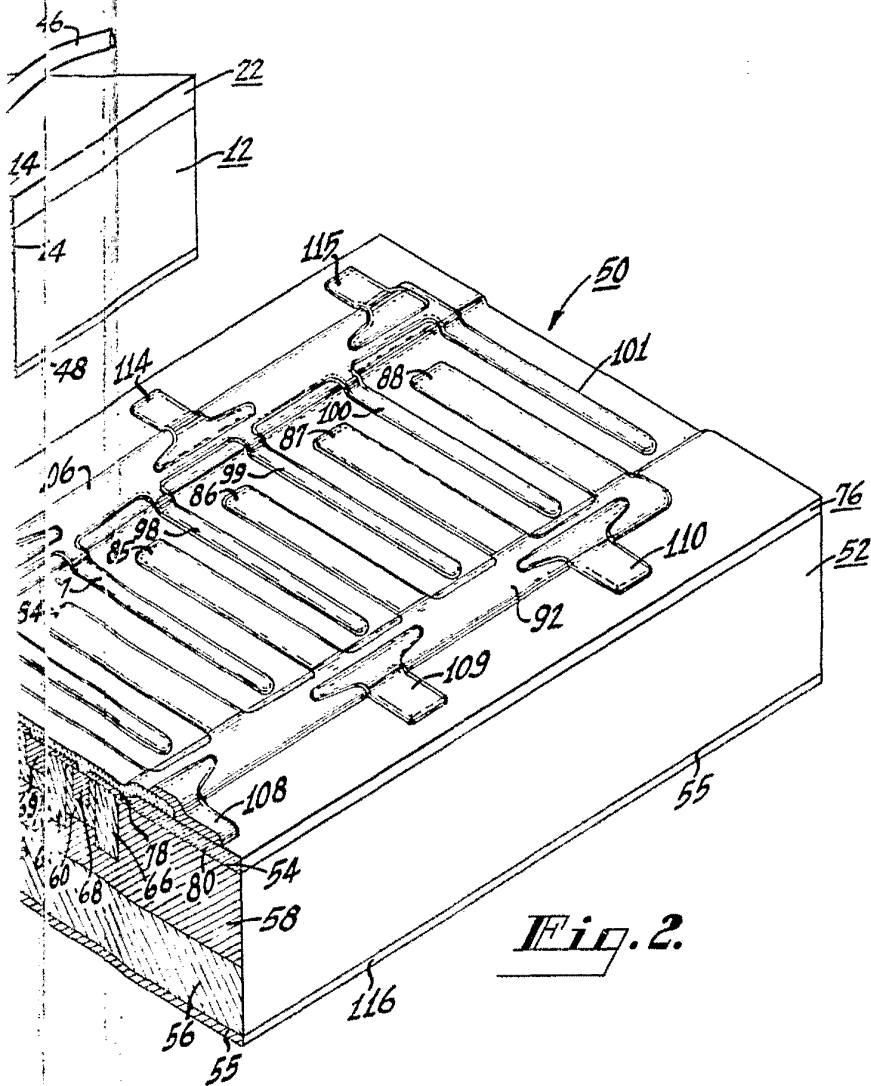


Fig. 2.

Alberto de *[Signature]*
Por Poder.

POOR
QUALITY