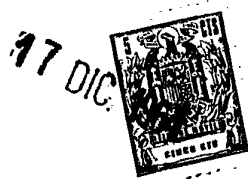


307564

Caso M.P. Lepselter 7



P A T E N T E   D E   I N V E N C I Ó N

a favor de

WESTERN ELECTRIC COMPANY, INCORPORATED - de nacionalidad  
norteamericana - domiciliada en NEW YORK, N.Y. (E.U.) 195  
Broadway,

por:

"Dispositivo de circuito integral y método para conectar y  
soportar los elementos del mismo"

====:oOo:====

M e m o r i a   d e s c r i p t i v a

Este invento se refiere a dispositivos semi-  
conductores, y mas concretamente a los dispositivos de cir-  
cuito integral o completo, y al método para fabricarlos.

307564



El arte de los dispositivos semiconductores de  
circuito integral se está desarrollando rápidamente, y en la  
actualidad interesan sobre todo técnicas para conseguir el  
aislamiento eléctrico entre los distintos elementos de tales  
5 conjuntos. El diseñador de un circuito integral dispone de  
la amplia alternativa de emplear un bloque monolítico de ma-  
terial semiconductor, en el que los elementos se aíslan me-  
diante zonas de conductividad difusa, o de elaborar el con-  
junto con varias chapitas semiconductoras. De conformidad  
10 con la solución monolítica, el aislamiento entre los distin-  
tos elementos depende del material conductor intermedio, y  
esos dispositivos se pueden conectar eléctricamente a través  
de tales barreras. Este acoplamiento es aceptable para cier-  
tos circuitos y aplicaciones, pero en muchos casos se requie-  
15 re un aislamiento absoluto entre los elementos, y se elige  
la solución de las chapitas individuales. Sin embargo, esa  
técnica ha hecho necesario hasta ahora la elaboración, mani-  
pulación e interconexión de chapitas semiconductoras peque-  
ñas, y está sujeto a limitaciones el empleo de dicha solución  
20 en elementos de circuito muy próximos entre sí. Por eso se  
persigue un método que permita la disposición compacta y  
densa de la técnica monolítica, y, al mismo tiempo, el aisla-  
miento eléctrico completo de la configuración de chapitas  
múltiples.

25 De conformidad con este invento, se fabrica  
un dispositivo de circuito integral produciendo inicialmente  
dentro de un bloque monolítico los diversos elementos del  
mismo, y aplicando luego conexiones de metal pesado entre  
los elementos individuales en una superficie del monolito.  
30 Si es necesario, las películas de metal se aplican sobre las



5 caras del dispositivo revestidas de óxido. Seguidamente, el bloque monolítico se trata de manera que no quede nada de material semiconductor entre los distintos elementos, quedando el conjunto sustentado por los enlaces de metal pesado. Se expondrán varias técnicas alternativas para conseguir esta separación completa entre los elementos individuales.

Por consiguiente, un objeto del invento consiste en obtener dispositivos semiconductores de circuito integral perfeccionados.

10 Otro aspecto del invento comprende un método mas fácil para producir esos dispositivos de circuito integral.

15 Típicamente, de acuerdo con una forma de realización de este invento, una placa de material semiconductor se somete a operaciones bien conocidas de recubrimiento, corrosión y difusión, para producir un conjunto o agregado de elementos individuales de circuito, según una configuración dada, dentro de la placa. En una cara de la placa, se deposita un dibujo de conexiones de película de metal entre  
20 los distintos elementos, de conformidad con esa configuración. Este dibujo se aplica encima y a través de capas de óxido superficiales. En particular, resulta ventajosa una serie múltiple de capas metálicas, por ejemplo, de titanio, platino y oro. Además, el espesor del oro se hace mucho mayor  
25 en las zonas que comprenden los límites entre los distintos elementos de circuito del dispositivo integral. Luego, la superficie opuesta de la placa se recubre de acuerdo con un dibujo coincidente con los elementos del circuito integral, a fin de poder retirar el material semiconductor situado  
30 entre los distintos elementos o grupos de elementos. Esto



se puede hacer mediante corrosión química o bombardeo mecánico o eléctrico. La técnica elegida no deberá desgastar las conexiones metálicas que cubren los límites entre los elementos. Un ejemplo típico de mordiente discreto es la mezcla usual de ácidos fluorhídrico y nítrico empleada para eliminar el silicio. Esta eliminación proporciona un conjunto de circuito integral en el que los distintos elementos o chapitas se han formado a partir de un solo bloque de material inicial, pero se mantienen espaciados, mecánicamente sustentados, y eléctricamente conectados por conexiones de metal pesado.

Un aspecto de este invento consiste en utilizar el descubrimiento de que la superficie de contacto entre una capa de metal activo, como titanio o tantalio, y un óxido dieléctrico, como dióxido de silicio, constituye una vía sumamente mala para la penetración de sustancias deletéreas. Muchos de los elementos semiconductivos del circuito tendrán límites de las uniones PN que corten la superficie. En consecuencia, la superficie activa de un elemento semiconductor, o sea la superficie intersecada por los límites de las uniones PN, se puede ocluir herméticamente aplicando un revestimiento de dióxido de silicio, sobre el cual se deposita una capa de metal activo.

Además, es posible proteger mejor la superficie activa añadiendo otra capa de un metal de contacto, como platino, plata u oro, o una combinación de éstos, sobre la cubierta de metal activo, hasta rebasar las proyecciones verticales de las uniones PN subyacentes. Así, con una estructura como la precitada, se reprime la penetración lateral por las superficies de contacto de las capas mediante la combinación de óxido y metal activo, mientras que las capas externas de metales de contacto, como platino, plata y oro, impiden la difusión transversal por la capa un tanto porosa de metal activo y óxido.



307564

Utilizando las citadas capas de óxido, metal activo y metal de contacto para formar las conexiones de metal pesado entre los elementos semiconductivos, no sólo se consigue el soporte mecánico y la conexión eléctrica, sino que se ocluyen también herméticamente los elementos semiconductivos en una sola operación. Este invento se puede practicar con ventaja revistiendo primero los elementos semiconductivos con una capa de óxido. Luego se deposita sobre ésta una capa de metal activo, para formar una superficie de metal-óxido que impida la penetración de sustancias nocivas en las uniones PN. Sobre la capa de metal activo se aplica otra de metal de contacto, que se hace mas gruesa entre los elementos de circuito, con lo cual no sólo se preservan las uniones PN de la penetración de sustancias perjudiciales, sino que se consigue el sostén necesario para que los elementos de circuito se mantengan espaciados.

El invento, y las diversas características del mismo, se comprenderán mejor por la siguiente explicación detallada, con referencia a los planos adjuntos, en los cuales:

La figura 1, es una perspectiva, parte en sección, de parte de un dispositivo de circuito integral fabricado de conformidad con este invento;

La figura 2, es una planta de un elemento de circuito integral conforme al invento; y

La figura 3, es un esquema del circuito del dispositivo de la figura 2.

En la figura 1 se representan porciones de seis chapitas de un dispositivo de circuito integral. Naturalmente, el dibujo no está a escala, sino exagerado en



ciertas zonas, para hacer mas clara la explicación. Sólo cuatro de las chapitas, -11-, -12-, -13-, -14-, se representan con extensión suficiente para indicar su interconexión mecánica. Se indican porciones de las chapitas -40- y -41- para sugerir la posible dimensión del conjunto. En particular, los elementos semiconductivos -11-, -12-, -13-, -14- pueden ser monocristales de silicio, producidos en principio de una pieza de 0,076 a 0,127 mm de espesor y unos 645 mm<sup>2</sup>.

Como se indica en la sección de la figura, la placa semiconductiva se somete a una serie de operaciones de difusión, a fin de producir elementos semiconductivos planos requeridos por la configuración particular del circuito. Por ejemplo, la porción que contiene la chapita final -11- comprende una región N<sup>+</sup> emisora -21-, regiones P y N intermedias -22- y -23-, y un sustrato -24- de material N<sup>+</sup>. Esta parte de la fabricación del dispositivo no se describirá con detalle, pues no forma parte del invento. Las técnicas de tal fabricación, incluida la deposición epitaxil, seguida de encubrimiento y difusión, son bien conocidas actualmente en la especialidad. Además, se comprenderá que dentro de la placa se pueden fabricar e incluir en el circuito no sólo elementos activos, como transistores y diodos, sino también pasivos, como resistencias y condensadores. Una sola chapita puede contener, por su parte, mas de un elemento de circuito, por ejemplo, activos y pasivos.

Utilizando los tratamientos de difusión, la placa semiconductiva se provee de un conjunto de conexiones de película metálica, por ejemplo, mediante deposición de vapor a través de recubrimientos de metal o de dibujos fotoresistentes. En el dibujo, cada elemento individual se re-



307564

5 presenta cubierto por una cara de una película de dióxido de silicio, excepto en los puntos de aplicación de electrodos metálicos. Particularmente en el elemento -11-, éste se conecta a la región N+ -21- por medio de la película de metal -18- depositada, y a la región P -22-, por medio de la película de metal -17-. El enlace con la región N+ -24- se establece mediante la porción -25- del electrodo de metal. Luego se efectúan interconexiones con los elementos semiconductivos adyacentes, como se indica en el dibujo; por ejemplo, en el caso del electrodo -18-, mediante la porción engrosada -19- de metal, a la superficie del elemento contiguo -12-. El electrodo -17- se conecta por medio de la porción engrosada -20- de metal a la superficie del elemento -14-. De manera análoga, el electrodo -25- se conecta por medio de la porción engrosada -26- de metal al electrodo -27-, que está conectado con la región P -29- del elemento -13-. Excepto las porciones en que se aplican los electrodos de película metálica, la superficie de los elementos semiconductivos está cubierta de una capa de espesor variable de dióxido de silicio, como indican las porciones -15-, -16- y -28- de los distintos elementos -11-, -12- y -13-, respectivamente. Comúnmente, la capa de dióxido de silicio tiene 8000 angstroms de espesor, pero puede variar entre 1000 y 20000 Å, según las necesidades eléctricas y el carácter del óxido. Como se expone en la figura 1, las interconexiones de metal sobresalen de esta capa de óxido. Cada una de las porciones engrosadas de metal -19-, -20- y -26- se hacen en principio de oro, sobre capas de titanio y platino. En general, las capas iniciales de titanio y platino pueden medir unos 1000 y 5000 Å de espesor, respectivamente. En cambio, la capa de oro es muchas veces mayor, concretamente



de mas de unos 100.000 angstroms. Durante la fabricación, el grosor de la chapita semiconductiva se puede reducir usualmente, a fin de disminuir la cantidad de material de silicio que ha de retirarse entre los elementos. Por consiguiente, la estructura final, parte de la cual ilustra el dispositivo -10- en la figura 1, puede comprender una porción semiconductiva de 0'025 a 0'05 mm. de espesor, en la que los distintos elementos -11-, -12-, -13- y -14- están sostenidos a distancia por gruesas piezas de metal -19-, -20- y -26-, que miden ventajosamente alrededor de 0,0125 mm. de espesor. En particular, los espesores de las piezas metálicas pueden variar entre 0,0063 y 0,0254 mm, según el soporte metálico requerido.

Pueden comprenderse mejor las ventajas de esta particular estructura mediante una explicación de varios modos alternativos de fabricarla. Como se ha indicado antes, las fases iniciales de elaboración son corrientes y muy conocidas en la especialidad, y dan por resultado una placa semiconductiva difusa en la que se ha depositado un revestimiento de óxido de silicio mediante uno de varios modos de aplicación de vapor, o por incremento térmico. La superficie de óxido se encubre luego empleando técnicas de fotorresistencia, y se desarrolla un dibujo para depositar los electrodos de contacto -17-, -18-, -25- y -27-. Luego se aplican a la placa encubierta las capas de titanio y de platino.

Seguidamente, con arreglo a una técnica, la placa se recubre de nuevo, dejando descubiertas solamente las zonas donde han de formarse las porciones engrosadas de metal -19-, -20- y -26-. Después se aplica una gruesa capa de oro en las porciones descubiertas, a fin de dar a las conexiones





307564

5        espesor suficiente para obtener el soporte mecánico deseado. La superficie se recubre otra vez, dejando descubierto todo el dibujo de interconexiones de metal, incluidas las zonas -17-, -18-, -25- y -27- de los electrodos. Otra capa delgada de oro en estas zonas desnudas proporciona protección a todo el dibujo de película metálica.

10        Se comprende que el dibujo de conexiones comprende porciones que sobresalen de la periferia propia del circuito integral. Tales salientes o conductores permiten efectuar con facilidad conexiones externas con el circuito.

15        A este propósito, se dispone de varias otras alternativas para retirar el material semiconductor de silicio entre los distintos semiconductores. Según uno de los métodos, la cara opuesta de la placa se puede enmascarar mediante una técnica de fotorresistencia, y luego se ataca la placa con la mezcla usual de ácidos fluorhídrico y nítrico empleada para el silicio. Esto eliminará el silicio y las partes de dióxido de silicio desnudas, pero no las aletas de metal -19-, -20- y -29-. Es ventajoso proteger toda la cara de aplicación de interconexiones, con cera u otro material anticorrosivo. Si el material es relativamente grueso, de 0,076 a 0,127 mm, este tipo de ataque socavará algo más el material semiconductor, lo cual deberá tenerse en cuenta al diseñar el conjunto.

25        Otro procedimiento consiste en reducir el espesor de la placa de silicio desde 0,076-0,127 a 0,0254-0,0508 mm, por métodos mecánicos o químicos. Esto tiene la ventaja de que la placa adelgazada queda sustancialmente diáfana a la luz infrarroja, y puede ser fácil situar un encubrimiento en la cara opuesta de la placa, observando

30

307564



5 simplemente a su través, con un microscopio infrarrojo, la coincidencia de aquella con el dibujo de la cara superior. A continuación, como ya se ha dicho, se puede utilizar un en-

10 cubrimiento anticorrosivo en combinación con un mordiente, y, como el material de silicio es mas delgado, la socavación será menor, y mas pequeños los espacios entre elementos.

15 En otro procedimiento alternativo, el recubrimiento de la superficie posterior puede ser de oro depositado, y el silicio descubierto entre los elementos se retira entonces mediante técnicas de abrasión muy conocidas en la espe-

20 cialidad. Además de éstas, pueden utilizarse otras, como disgregación catódica y rectificación con rayos electrónicos.

25 El dispositivo de circuito integral producido conforme al invento, una vez retirado el material comprendido entre los distintos elementos, constituye una estructura que se puede recortar todavía mas cuando toda la pieza com-

30 prenda un diseño reiterativo, o varias configuraciones de circuito.

35 En la figura 2 se expone una planta de un dispositivo -50- de circuito integral que comprende cuatro transistores y cinco resistencias, con un "DCTL" modificado o paso "Y" invertido para circuitos lógicos. Tres chapitas semiconductoras -51-, -52- y -53- están sustentadas a distancia por interconexiones de metal pesado -54-, -55-, -56-, -57-,

40 -58- y -59-. En la figura 3, que muestra el circuito del dispositivo de la figura 2, y donde se han empleado en lo posible idénticos signos de referencia, cuatro interconexiones de entrada están provistas de conductores de metal pesado -62-, -63-, -64- y -65-, cada uno conectado a una resistencia de entrada -81-, -82-, -83- y -84-, respectivamente, de

45 la chapita -53-.

307564



5 Cada conductor de entrada está conectado a un electrodo base -68-, -69-, -70- y -71- de un transistor NPN de unión difusa -84-, -85-, -86- y -87-, respectivamente. Los emisores de los transistores están conectados por un conductor común -67- a la conexión externa -61-. Los colectores de los cuatro transistores lo están a su vez al conductor común -66-, que está conectado por su parte a la resistencia -80- de la chapita -51-, provista de conexión externa mediante el conductor -60-.

10 El dispositivo -50- de circuito integral se produce como parte de un gran número del mismo modelo obtenidos de una sola placa o pieza de material semiconductor. El espacio entre las chapitas -51-, -52- y -53- puede ser del orden de 0,0125 mm, y el dispositivo entero tiene una gran rigidez, en virtud del soporte proporcionado por las interconexiones de metal pesado. La disposición de doble tira -54- y -55-, entre la conexión común del colector y la chapita -51-, sustenta la estructura y sirve a la vez de conexión externa -55- al colector.

20 Aunque esta exposición se refiere específicamente a dispositivos electrónicos de material semiconductor, ha de entenderse que esta técnica de utilización de películas depositadas de metal de espesor aumentado como soporte integral puede extenderse a otras composiciones de sustrato. En particular, por ejemplo, el procedimiento es aplicable para elaborar dispositivos de película delgada en los que el sustrato sea de cerámica o incluso un bloque de carbón. Empleando el conductor externo de metal pesado del tipo -60-, -61- expuesto en la figura 2, es fácil fabricar aparatos y conectarlos simplemente a otros elementos de circuito empal-

25

30

307564



mando o soldando los propios conductores a otros electrodos o conectadores.

5 Además, se comprenderá que las piezas de metal pesado producidas como circuitos de interconexión se pueden formar a ambos lados del material del substrato. Para ciertos esquemas de circuito, puede ser necesario hacer la interconexión a través del lado posterior del substrato, lo que permite una notable flexibilidad en el diseño de los aparatos. Generalmente, tal configuración requerirá mordientes químicos para retirar el material semiconductor interpuesto en  
10 ciertos modelos de gran densidad. Hasta puede ser necesario abrir agujeros a través de las piezas de metal pesado, para que fluya bien el mordiente.

15 En otro aspecto del invento, el empleo de conexiones de metal pesado en forma de cinta proporciona una estructura que se presta para incorporarla fácilmente a circuitos de transmisión de microondas. La elaboración de dispositivos conforme al invento en líneas de transmisión del tipo de cinta se sugiere sin dificultad a los entendidos en la  
20 materia.

Volviendo a la figura 1, se expone en ella una unión entre dos regiones P y N del elemento semiconductor -11-, debajo de la interconexión de metal engrosada -19-. A fin de obturar herméticamente la unión PN, la interconexión  
25 -19- se puede hacer con ventaja cubriendo primero con un metal activo la capa de óxido superpuesta en dicha unión. Los metales activos aquí mencionados son generalmente los de los grupos IV-B, V-B y VI-B de la tabla periódica. En términos concretos, el grupo comprende titanio, circonio, hafnio,  
30 vanadio, tantalio, niobio y cromo. Una superficie de contacto



307564

5 de óxido con metal que comprenda cualquiera de los citados metales activos solos o en combinación ha demostrado ser una barrera prácticamente impenetrable para sustancias nocivas que ataquen las uniones PN. En concreto, una capa de titanio de 1000 Å de espesor ha opuesto resistencia adecuada a esa penetración.

10 La interconexión -19- se termina luego cubriendo, por ejemplo, una capa de titanio con otra de un metal de contacto, como platino, plata, níquel, paladio, rodio u oro. El metal de contacto, generalmente oro, pasa de 100.000 Å, y proporciona el soporte mecánico necesario para mantener espaciados, pero eléctricamente conectados, los distintos elementos del circuito. Así, empleando la estructura de óxido y metales ya citada, se consigue un cierre hermético, y al mismo tiempo, los elementos están eléctricamente conectados entre si y bien sustentados mecánicamente.

====: N O T A :====

Se reivindica como objeto de esta patente:

20 1.- Dispositivo de circuito integral compuesto de un conjunto de elementos semiconductores de circuito eléctricamente conectados y convenientemente soportados, formados en cuerpos semiconductores separados; caracterizado por comprender interconexiones de película metálica entre los elementos del circuito, las cuales son de espesor suficiente para sustentarlos separados entre si.

25 2.- Dispositivo de circuito integral según la reivindicación 1, caracterizado porque las interconexiones de película metálica comprenden una capa dieléctrica de óxido que cubre una unión PN de un elemento de circuito, y que deja descubierta parte de una zona P o N del elemento de un

30



5

cuerpo semiconductor, para su conexión eléctrica con otro cuerpo semiconductor; una capa de un metal activo en contacto con la región P o N descubierta, encima de las porciones adyacentes de la capa dieléctrica de óxido, especialmente sobre la unión PN; y una capa de metal de contacto depositada sobre el metal activo, cubriendo al menos la unión PN.

10

3.- Dispositivo de circuito integral, según las reivindicaciones 1 o 2, formado sobre un cuerpo semiconductor monolítico; caracterizado porque las conexiones de película metálica están formadas sobre una porción mayor del cuerpo, y las partes comprendidas entre los distintos elementos de circuito se eliminan de manera que estos elementos quedan sostenidos por las interconexiones de metal pesado, y espaciados entre sí.

15

4.- Dispositivo de circuito integral, según las reivindicaciones 2 o 3; caracterizado porque el metal activo puede ser titanio, circonio, hafnio, vanadio, tantalio, niobio o cromo, y el metal de contacto se elige entre platino, plata, níquel, paladio, rodio u oro.

20

5.- Método para conectar y soportar los elementos del circuito integral de la reivindicación 1, caracterizado porque se aplican interconexiones de película metálica entre los elementos de circuito, y se gradúa el espesor de las películas entre estos elementos de modo que los elementos quedan soportados en posiciones espaciadas entre sí, por las películas metálicas engrosadas.

25

6.- Dispositivo de circuito integral y método para conectar y soportar los elementos del mismo.

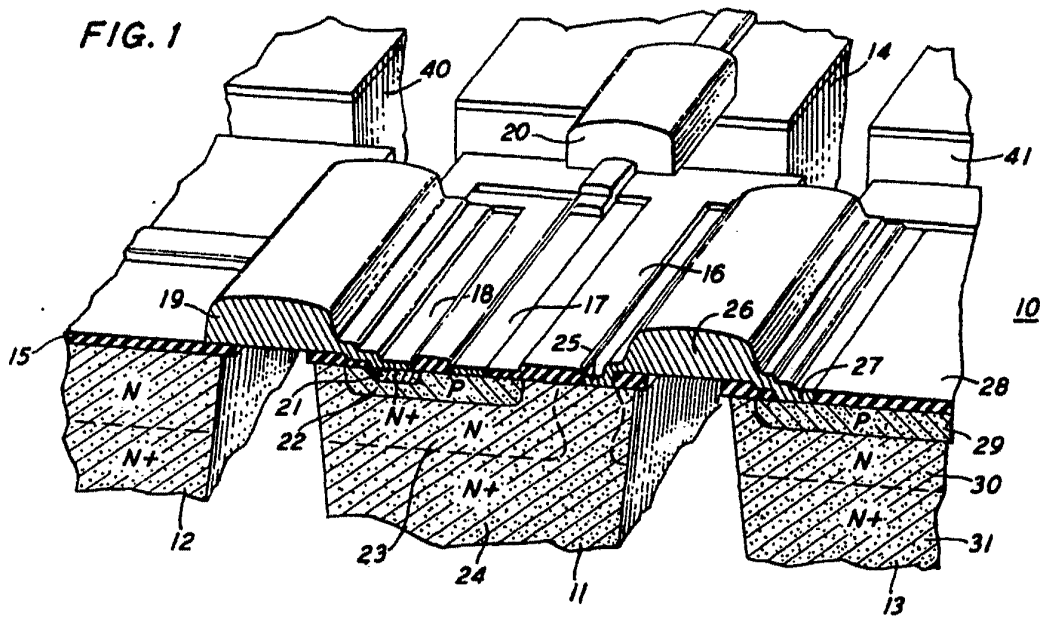
Esta memoria consta de catorce páginas, escritas por una sola cara.

BARCELONA, 07 DIC. 1964



307564

FIG. 1



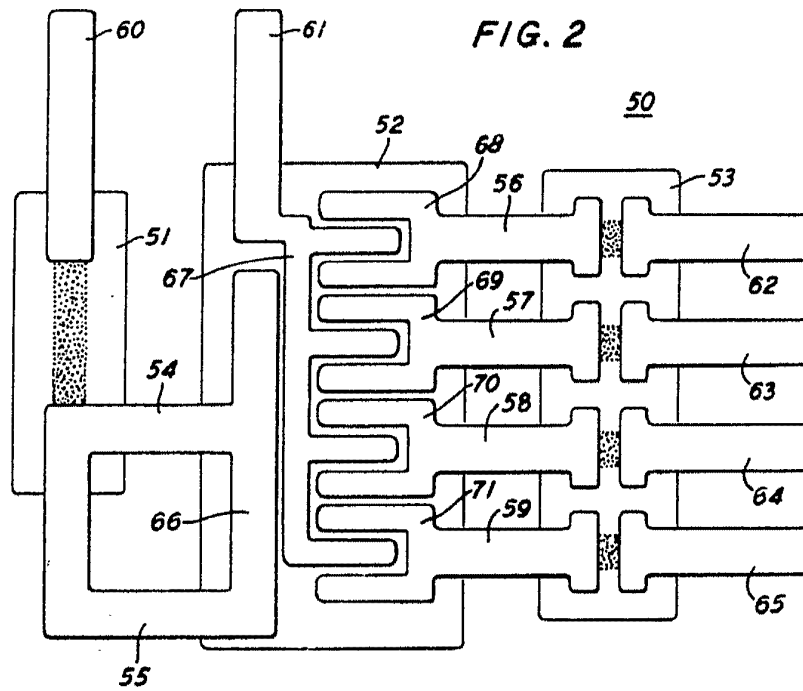
*H.P.*  
*[Handwritten signature]*

307564

WESTERN ELECTRIC CO., INC.

2 HOJAS HOJA 2

H.P. Lepsafer



**FIG. 3**

