

358140

P.- 39.272

RCA 59.210

Memoria descriptiva



27 SEP. 1951

para solicitar PATENTE DE INVENCION por 20 años

a nombre de RADIO CORPORATION OF AMERICA

entidad / ~~mexicana~~ norteamericana

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

por: "UN DISPOSITIVO SEMICONDUCTOR"

(Clase Internacional H01)



La presente invención se refiere a artículos en los que se emplea una película de resistencia que tiene aberturas definidas en la misma. En la fabricación de artículos, tales como dispositivos semiconductores, o circuitos de microminiatura que incluyen dispositivos semiconductores, se hace necesario con frecuencia utilizar capas o películas encubridoras en las cuales se fabrican aberturas para objetivos particulares. Es deseable con frecuencia que la película encubridora tenga propiedades tales como resistencia a disolventes orgánicos comunes, resistencia a varios alcalinos y ácidos, estabilidad a temperaturas relativamente altas, y resistencia contra arañaduras y desgastes. Con frecuencia también es deseable que la película encubridora tenga una buena adherencia con los materiales de sustrato y que sea susceptible a ser reducida a una capa delgada que no tenga perforaciones, tales como de puntos de alfiler, formados inadvertidamente en la misma.

Una de las aplicaciones particulares para las que se han empleado películas encubridoras ha sido la fabricación de circuitos en microminiatura de silicón monolítico. Para la producción de este tipo de artículo se forman componentes de circuito en un cuerpo de material semiconductor, tal como de silicón, y una capa protectora, tal como de bióxido de silicón, sobre el área del circuito. Se hacen conexiones a los componentes del circuito, y algunas veces entre componentes del circuito, mediante el depósito por evaporación de películas conductoras tales como de aluminio. Al objeto de definir en la película de aluminio los lugares por donde deberá ser conectada a las partes exteriores o a

30
7.11.69.

27 SEP



5 otros circuitos, se han empleado fotoresistores para de-
finir aberturas en las cuales se deposita metal para hacer
conexión eléctrica con el aluminio. El empleo de fotore-
sistores convencionales para ese objeto no ha resultado
satisfactorio por un número de razones. Los fotoresisto-
res convencionales no son resistentes contra muchos disol-
ventes orgánicos. Los fotoresistores también son dañados
hasta cierto punto, por ácidos cuyo empleo es deseable pa-
ra hacer grabados a través de una película de óxido de sili-
10 cón. Además, los resistores convencionales son afecta-
dos adversamente y hasta destruidos completamente por tem-
peraturas moderadamente altas que se desearían emplear en
el proceso de fabricación de circuitos monolíticos de sili-
cón en operaciones tales como para hacer conexiones por
15 soldadura al circuito.

Se ha comprobado también que las películas delga-
das de fotoresistor son susceptibles a la formación inad-
vertida de perforaciones como de puntos de alfiler que cau-
san la penetración de sustancias metálicas, y otras que
20 son derretidas o evaporadas durante el procesamiento, a tra-
vés de dichas perforaciones a partes no deseadas en el cir-
cuito. Los fotoresistores son también susceptibles a ser
dañados por arañaduras y desgaste.

La presente invención comprende, en una de sus
25 modificaciones, un artículo fabricado que incluye un cuer-
po de material semiconductor, una capa de resina sintética
de poliamida sobre por lo menos una parte de la superfi-
cie del cuerpo semiconductor, por lo menos una abertura a
través de la capa de poliamida, y una cantidad de soldadu-
ra dentro de la abertura para hacer contacto eléctrico con
25



la superficie.

Otra modificación de esta invención comprende un dispositivo semiconductor en el cual el cuerpo semiconductor tiene una película inerte de una sustancia tal como el bióxido de silicón o nitruro de silicón sobre por lo
5 menos una parte de la superficie, una película metálica adherente cubriendo una porción de la película inerte, una capa de resina sintética de poliamida curada sobre ambas la película metálica y la película inerte y una abertura
10 a través de la capa de poliamida a la película metálica. Se pueden proveer medios de conexión eléctrica que se extienden a través de la abertura hasta la película metálica.

Un aspecto del método de la presente invención
15 comprende proveer un cuerpo semiconductor que tenga una superficie, con una parte de la misma estando cubierta con una capa de resina de poliamida parcialmente curada, formándose una o más aberturas a través de la capa de resina hasta la superficie del cuerpo, completándose la curación
20 de la capa de resina, y depositándose un metal como de soldadura derretida dentro de la abertura. En una modificación del método el cuerpo semiconductor puede ser primeramente cubierto con una capa inerte, tal como de óxido de silicón o nitruro de silicón, antes de depositar la capa
25 de resina parcialmente curada, y se puede depositar más de una capa de resina.

La Figura 1 es una vista de corte a sección de una porción típica de un circuito en miniatura de silicón monolítico del tipo que tiene elementos de circuito activos y pasivos formados por difusión de impurezas en una
30



27

superficie del cuerpo semiconductor, en una de las primeras fases de la fabricación de acuerdo con la presente invención.

5 Las figuras 2, 3, 4, y 5 son vistas similares a la de la Figura 1 pero mostrando fases sucesivas del proceso de fabricación.

Y la Figura 6 es una vista de corte a sección de una porción típica de un circuito de silicón monolítico de acuerdo con otra representación de invento.

10 La invención será descrita utilizando a manera de ilustración un método para hacer conexiones eléctricas de soldadura en lugares predeterminados en un circuito en microminiatura de silicón monolítico, pero deberá comprenderse que el método y el artículo pueden tener una apli -
15 cación más amplia.

Refiriéndonos ahora a la Figura 1, se observará en una vista de corte a sección una parte de un circuito típico de silicón monolítico que comprende un substrato 2 de cristal de silicón monocristalino de conductividad de ti-
20 po N+, una capa 4 de cristal de silicón monocristalino de conductividad de tipo N formada por crecimiento epitaxial en la capa 2, y ciertos componentes de circuito formados en la capa epitaxial. Los componentes de circuito comprenden un resistor 6 formado por difusión de impurezas de ti-
25 po P en la capa epitaxial 4, un transistor 8 que incluye una región emisora 10 de tipo N, una región de base 12 de tipo P, y una región colectora 14, habiéndose formado las regiones emisora y de base por difusión de impurezas de con-
ductividad apropiada en la superficie superior de la capa
30 epitaxial 4. También se muestra otro resistor 16 formado



por difusión de impurezas de tipo P en la capa epitaxial 4. Los componentes de circuito se muestran solamente a manera de ilustración y no con el objeto de limitar la invención presente.

5 Los componentes de circuito y substancialmente toda la superficie superior de la capa epitaxial 4 son cubiertas con una capa protectora 18 de bióxido de silicón formada por crecimiento en o depositada sobre la capa 4 por medios convencionales.

10 El circuito incluye también conexiones eléctricas a los componentes, las cuales se hacen depositando aluminio evaporado en la capa de silicón bióxido y a través de aberturas adecuadas en la capa de bióxido de silicón hasta los componentes. En el dibujo se muestra una de estas conexiones como conexión 20 la cual recubre una parte
15 de la capa de bióxido de silicón y se extiende a través de la capa hasta un extremo del resistor 6. Otra conexión 22 se extiende a través de la capa de bióxido de silicón hasta el extremo opuesto del resistor 6 y hace conexión también con la región de base 12 del transistor 8. Una conexión metálica 24 se extiende también a través de la capa
20 de bióxido de silicón hasta la región emisora 10 del transistor 8. Otra conexión 26 conecta la capa colectora del transistor 8 a un extremo del resistor 16. Otra conexión
25 28 conecta el extremo opuesto del resistor 16 y se extiende sobre parte de la capa de bióxido de silicón 18 hasta un borde del circuito.

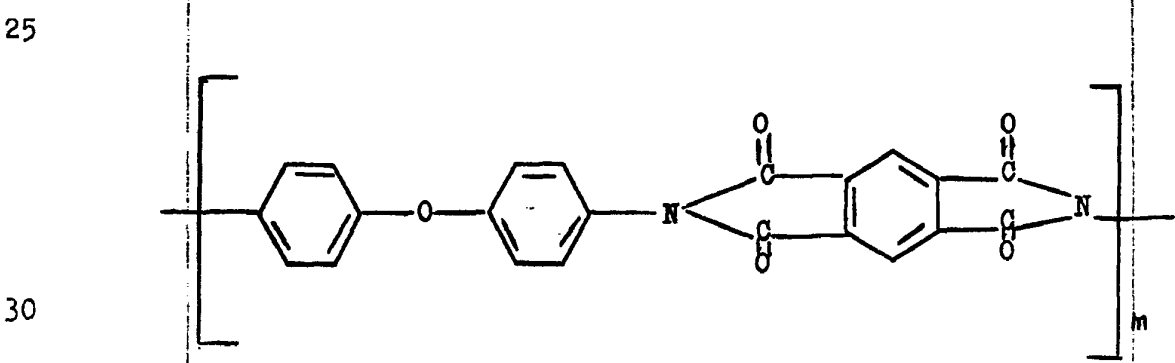
Uno de los conceptos más costosos en la fabricación de este tipo de circuito en el pasado ha sido la formación de las conexiones entre ciertas partes del circuito
30

20.9.68



de modo que el circuito pueda a su vez ser conectado con otros circuitos o con otros aparatos exteriores. En el pasado esto se ha hecho generalmente por un operario haciendo conexiones de soldadura individualmente a cada punto y uniendo alambres finos a esos puntos y extendiéndolos hasta cojinetes de conexiones exteriores. Es muy deseable que este tipo de operación sea sustituido con un método que permita hacer todas las conexiones simultáneamente y que sea más adaptable a una fabricación automática con la ayuda de máquinas.

En el tipo de circuito que se ilustra es generalmente deseable hacer conexiones de soldadura a las partes de conexión señaladas como 20 y 28 en el dibujo; siendo estas partes como ilustraciones de porciones de conexiones generalmente conectadas por alambres a cojinetes de conexiones exteriores. Según se muestra en la Figura 2, se deposita una capa delgada 30 de resina de poliamida en estado no completamente polimerizado sobre la capa 18 de bióxido de silicón y las conexiones 20, 22, 24, 26 y 28. La resina de poliamida es una que tiene propiedades termo-plásticas más bien que propiedades termo-fijantes, y pueden ser una resina como la conocida por RK-692 fabricada por la Compañía duPont. Esta resina tiene la siguiente configuración estructural





Se puede emplear haciendo una solución de la resina sin curar con acetamida bimetálica. La solución puede contener preferentemente de 12 a 18% de resina por peso, aunque se puede permitir de 6 a 45% por peso. El encubrimiento es
5 hecho con el empleo de una batidora de fotoresistor capaz de producir 4000 RPM. La capa tiene preferentemente un espesor de unos 12000 Å y una tolerancia de espesor entre 6000 y 22000 Å. El espesor de la capa que es aplicada por
10 este método de girado depende en mucho de la concentración de la solución de la resina y también de la velocidad de la batidora. Generalmente mientras mayor es la concentración de la solución, mayor será el espesor de la capa aplicada por este método. Después de haberse hecho el encubrimien-
15 to se le seca a 82°C. durante unos tres minutos para eliminar el disolvente.

Seguidamente se aplica una capa de fotoresistor 32 sobre la capa de poliamida. Esto puede hacerse con cualquier fotoresistor convencional como el AZ111 vendido por
20 la Compañía Shipley. El fotoresistor se aplica inundando la superficie de la capa de poliamida con la solución de fotoresistor y batiéndola a 4000 RPM durante un minuto. El conjunto es entonces horneado a 82°C. durante quince minutos. La capa de fotoresistor es de un espesor de 5000 Å
25 aproximadamente.

A continuación se coloca un diseño de enmascarado positivo por sobre la capa del fotoresistor horneado y el diseño es revelado en unos segundos por exposición a luz ultra violeta. Después de ser expuesto completamente el foto-
30 resistor es revelado con una solución diluida de base orgánica o inorgánica y esto quita las partes de la película que



27

habían sido expuestas a la luz ultra violeta y también las partes de la capa 30 de poliamida que se halla directamente de bajo de las partes que se quitaron de la capa 32 de fotoresistor. En la figura 3 se muestran las porciones abiertas como aberturas 34 y 36, extendiéndose a través de la capa 32 de fotoresistor y de la capa 30 de poliamida que se encuentra debajo. La abertura 34 se extiende hasta la capa 20 de conexión de metal, y la abertura 36 se extiende hasta la capa 28 de conexión de metal.

La fase siguiente en el proceso es quitar el fotoresistor. Esto se puede hacer disolviéndolo con acetona (para el fotoresistor Shipley mencionado). La acetona no daña la resina de poliamida aún en su estado no completamente curado.

El último paso es curar completamente la resina de poliamida. Esto se puede hacer calentándola en un plato a 82°C. durante tres minutos; después en un horno a 204°C. durante dos horas y finalmente en un horno a 376°C. durante diez minutos. La resina se puede curar por calentamiento a temperaturas inferiores durante más tiempo. La temperatura señalada de 376°C. es preferida.

Refiriéndonos a la Figura 4, el circuito tiene las aberturas 34' y 36' que se extienden hasta las conexiones 20 y 28, respectivamente, a través de la capa curada de poliamida 30'.

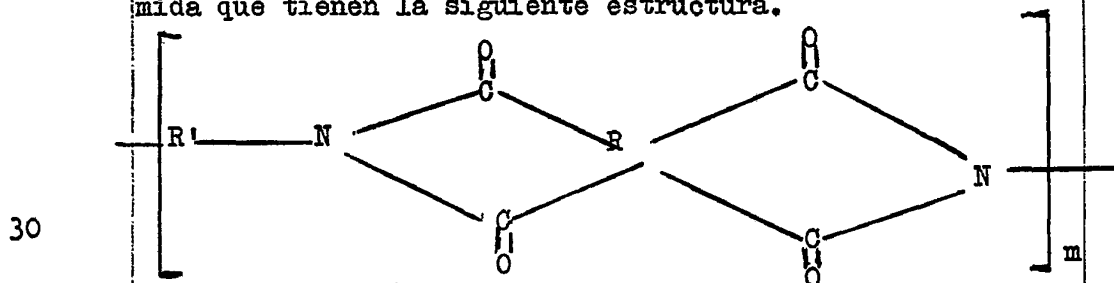
Es deseable hacer conexiones eléctricas a través de las aberturas 34' y 36' y hasta las conexiones de aluminio 20 y 28 de manera que represente una cantidad mínima de tiempo del operario, al objeto de reducir el costo de montaje de este tipo de circuito y de su conexión a otras partes de un sistema. Esto se puede hacer mediante el depósito de



las capas de níquel 38 y 40 en las aberturas 34' y 36',
 respectivamente, e introduciendo después todo el conjunto
 en un baño de derretido de soldadura de plomo y estaño para
 depositar los "baches" 42 y 44 de soldadura sobre las ca-
 5 pas de níquel 38 y 40. La soldadura se adhiere solamente
 a aquellas partes del conjunto que tienen una superficie
 de níquel. El níquel puede ser depositado por medios con-
 vencionales de enmascarado y evaporación. Una de las ven-
 tajas principales del invento se manifiesta en el proceso de
 10 depósito de soldadura. La capa 30' de resina de poliamida
 no es afectada por las temperaturas del baño de soldadura
 y la capa de poliamida, aunque es muy delgada, estará su-
 ficientemente libre de perforaciones como de punta de al-
 filer de modo que la soldadura no penetrará a través de la
 15 capa de enmascarado 30' y sí únicamente por aquellas aber-
 turas que han sido intencionalmente preparadas.

Se puede invertir un artículo, según se muestra
 en la Figura 5 y colocarlo con exactitud sobre una malla
 de montaje con cada bache de soldadura colocado exactamen-
 20 te sobre un cojinete correspondiente de conexión metálica
 pudiéndose soldar el conjunto completo a la malla de monta-
 je en una sola operación mediante la aplicación de tempera-
 tura suficientemente alta para derretir la soldadura.

También se han obtenido resultados semejantes a
 25 los que se han descrito con el empleo de resinas de polia-
 mida que tienen la siguiente estructura.





2

En esta fórmula estructural R y R' representan compuestos radicales alcalinos (alkyl) o de arilina (aryl). Los compuestos radicales alcalinos son con preferencia radicales simples tales como los metílicos o etílicos y los radicales de arilina son con preferencia los anillo-bencénicos. Los grupos $\begin{array}{c} \text{C} \\ || \\ \text{O} \end{array}$ se unen a los extremos de los radicales alcalinos. El proceso para el uso de este tipo de resina es casi el mismo al que se emplea para el tipo descrito anteriormente. La resina de poliamida sin curar se puede adquirir bajo la denominación comercial PI-1100 de la Compañía duPont. Se puede hacer una solución de la resina con un volumen de una parte de bimetilacetamida y tres partes de la resina, según es vendida. Después que el fotore-sistor ha sido quitado, conforme se ha indicado en el ejemplo anterior, se puede curar la resina calentándola en un horno a 204°C. durante dos horas. Se ha obtenido una mejor adhesión al substrato de bióxido de silicón al calentar la resina a 376°C. durante diez minutos en una atmósfera de nitrógeno.

Aunque en los ejemplos expuesto se ha indicado el bióxido de silicón para formar la película inerte que se debe emplear cuando el material semiconductor es de silicón, también se puede emplear nitruro de silicón para ese objeto. Y al emplearse otros materiales semiconductores se pueden usar otras substancias para formar la película inerte.

Con la Figura 6 semuestra otra representación de la invención en la que la capa epitaxial 4 (por ejemplo de silicón) es cubierta con una primera capa de resina sintética 5 de poliamida curada, con las conexiones metálicas



22, 24 y 26 extendiéndose a través de y sobre esa capa, y estando la primera capa de resina y las conexiones metálicas cubiertas con una segunda capa 7 de resina sintética de poliamida curada. Se pueden extender una o más aberturas a través de ambas capas hasta la superficie del cuerpo semiconductor de modo que las película de níquel 38 y 40 puedan ser depositadas en el semiconductor, y los baches de soldadura 42 y 44 puedan ser depositadas en el níquel según se ha descrito anteriormente.

Las capas de resina son depositadas en estado parcialmente curado según ya se ha descrito y, a continuación, después de haberse hecho las aberturas en las capas, se completa la curación de las capas. Las conexiones metálicas 22, 24 y 26 son depositadas después de haber sido completamente curada la capa 5.

En esta modificación de la invención se elimina la capa usual inerte de bióxido de silicón o de nitruro de silicón.

Aunque en los ejemplos descritos se ha indicado un tipo de fotoresistor que se hace más soluble al ser expuesto a la luz, la invención es también aplicable al tipo de fotoresistor que se hace menos soluble al ser expuesto a la luz.

La presente solicitud que corresponde a la presentada en Estados Unidos de América, con fecha 15 de septiembre de 1967, bajo el N° 668.080, se acoge a los beneficios del artículo 51 del vigente Estatuto sobre Propiedad Industrial.

27 SEP.



N O T A

5 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:

10 1.- Un dispositivo semiconductor caracterizado por comprender: un cuerpo de material semiconductor teniendo una superficie, un elemento de circuito dentro de dicho cuerpo con una porción expuesta a dicha superficie, una capa de resina sintética de poliamida curada sobre por lo menos una parte de dicha superficie incluyendo dicha porción
15 expuesta de dicho elemento de circuito, por lo menos una abertura a través de dicha capa de poliamida en un lugar dentro de dicha porción expuesta de dicho elemento de circuito, y medios que se extienden a través de dicha abertura para hacer conexiones eléctricas a dicho elemento de circuito.

20 2.- Un dispositivo semiconductor de acuerdo con la reivindicación 1, que incluye además una capa de una substancia que sea inerte para dicho material semiconductor en por lo menos una parte de dicha superficie.

25 3.- Un dispositivo semiconductor de acuerdo con la reivindicación 1, en el que dicha capa inerte es de bióxido de silicón o de nitruro de silicón.

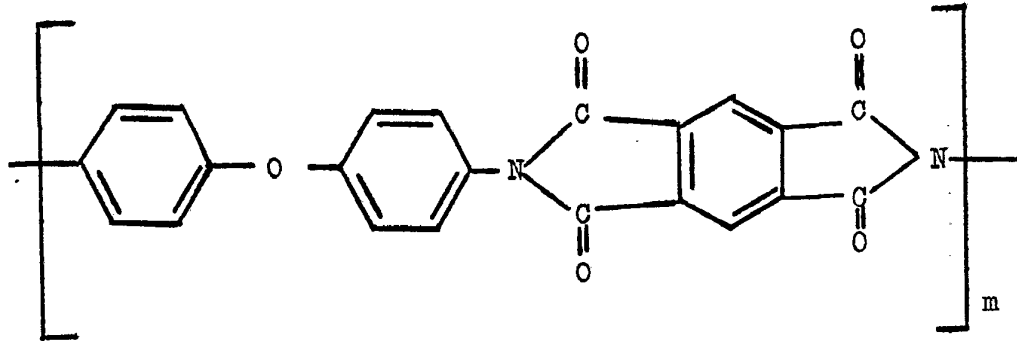
30 4.- Un dispositivo semiconductor de acuerdo con la reivindicación 1, en el que una cantidad de soldadura metálica se halla presente en dicha abertura haciendo contacto eléctrico con dicha superficie.

22 NOV 1969

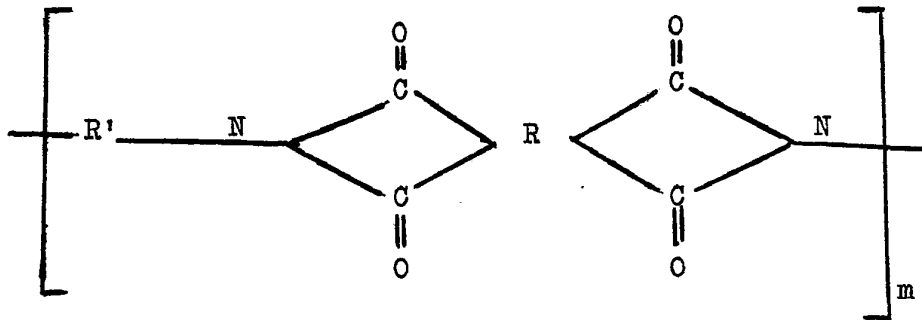


5.- Un dispositivo de acuerdo con la reivindicación 2, en el que dicha película de metal es de aluminio.

5 6.- Un dispositivo de acuerdo con la reivindicación 1, en el que dicha resina de poliamida tiene la siguiente configuración estructural:



7.- Un dispositivo de acuerdo con la reivindicación 1, en el que dicha resina de poliamida tiene la siguiente configuración estructural:



5

8.- Un dispositivo semiconductor.

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.

7.11.69.

22 NOV.



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

Madrid, 22 NOV. 1969

P. A.

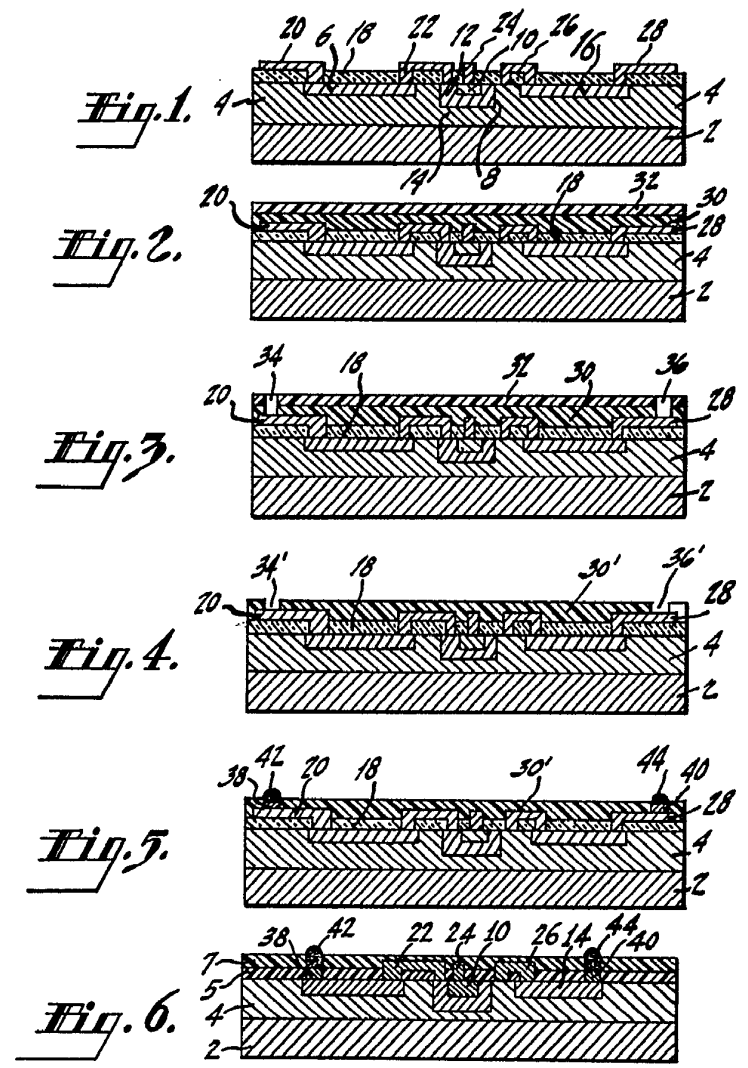
LIBERTY IS ANCHORED
FOR PEACE
[Handwritten signature]

G.D.S.
7.11.69.

358940

1/1

757 C



Alberto de Euzkadi
Patent Attorney