

337009



MEMORIA DESCRIPTIVA

para solicitar

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

e n

E S P A Ñ A

por VEINTE años

a nombre de RADIO CORPORATION OF AMERICA, entidad norteamericana, establecida en 30 Rockefeller Plaza, Nueva York, - N.Y., Estados Unidos de América, por:

"UN METODO DE FABRICAR UN DISPOSITIVO SEMICONDUCTOR".-

El presente invento se refiere, en general, a dispositivos semiconductores y, de modo más específico, a un método de fabricar un cúmulo rectificador. El cúmulo rectificador perfeccionado es de gran utilidad, especialmente -
5 en circuitos de amortiguación y de enfoque de tubos de rayo catódico, de alto voltaje, del tipo que se emplea en -- los receptores de televisión.

Ha sido propuesto conectar una multiplicidad de rectificadores, en serie, con el propósito de rectificar un -
10 voltaje que sea mayor al de disrupción de un solo rectifi-



5 cador. En aquellos casos en que se emplean rectificadores
semiconductores se encierra generalmente a cada rectifica-
dor, herméticamente cerrado, en un receptáculo para prote-
gerlo contra la humedad del medio ambiente, contra el pol-
vo, y otros agentes contaminantes. Si bien es cierto que -
dichos métodos empleados en el arte anterior para proteger
y mantener activo a los dispositivos semiconductores resul-
ta apropiado para dispositivos de bajo voltaje, relativa-
mente grandes, resultan insatisfactorias cuando se emplean
10 en dispositivos semiconductores de alto voltaje, relativa-
mente pequeños en los que las junturas PN pueden degradar-
se fácilmente debido a la alta resistividad del material se-
miconductor que se necesita.

15 La mayoría de los cúmulos rectificadores empleados
en el arte anterior quedan malogrados permanentemente si -
se someten al efecto de sobrecargas de voltaje y/o al efec-
to de corrientes invertidas relativamente fuertes; es de--
cir, que no se vuelven a recuperar después de haber sufri-
do una disrupción. Dichos cúmulos rectificadores del arte
20 anterior se encuentran generalmente protegidos mediante re-
des de resistores y capacitores complicadas, relativamente
costosas.

El objetivo del presente invento es proporcionar el
método perfeccionado para fabricar cúmulos rectificadores
25 con un baño de recuperación a un costo relativamente bajo
y de rendimiento de alta calidad.

El método perfeccionado de fabricar el cúmulo recti-
ficador consiste, en una de las realizaciones concretas --
del invento, en arreglar una multiplicidad de obleas de ma-
30 terial semiconductor, como silicio por ejemplo, cada una -



de las cuales se encuentra provista por lo menos de una --
juntura PN entre sus propias superficies principales opues-
tas, y estando provista cada una de ellas de una superfi--
cie metalizada, para formar un cúmulo, y colocando éste en
5 una superficie metalizada de una oblea de sustrato. Se -
unen entre sí estas obleas de una manera adecuada, por ---
ejemplo, mediante una operación de presión al calor, para
formar así un bloque. Se forma en este bloque una multipli-
10 cidad de acanaladuras, extendiéndose cada una de éstas a -
través de las obleas provistas de las juntas PN, y en --
parte hasta dentro de la oblea sustrato, con lo cual se
forma una multiplicidad de formas a modo de mesas. Estas -
mesas se recubren con un revestimiento de material aisla--
dor, de preferencia dióxido de silicio, por ejemplo median-
15 te la oxidación del material semiconductor de las obleas.
Se presionado al material aislador - por ejemplo vidrio --
suavizado al calor - dentro de las acanaladuras y, al en--
friarse, salen afuera las superficies principales opuestas
del bloque, dejando expuestas las superficies de arriba y
20 de abajo de las mesas para fijar a ellas electrodos, por -
ejemplo, metalizando las superficies superior e inferior -
de cada una de las mesas. Mediante un corte a través del -
material aislador en cada acanaladura, se pueden separar -
entre sí una multiplicidad de cúmulos rectificadores seme-
25 jantes, cada uno de los cuales tiene un baño de recupera--
ción mediante el material aislador que se encuentra en ín-
timo contacto con su superficie lateral.

Con referencia a los dibujos que se adjuntan, en to-
dos los cuales se han empleado números de referencia seme-
30 jantes para representar o identificar a las partes que son



semejantes:

La figura 1 representa una vista en alzada, frontal, fragmentaria de la oblea de material semiconductor que se utiliza en el método perfeccionado de fabricación de los --
5 dispositivos semiconductores con baño de recuperación;

La figura 2 es una representación fragmentaria de la oblea que se ilustra en la figura 1, donde se ilustra una - de las etapas de su fabricación;

La figura 3 es una representación transversal, frag-
10 mentaria de una porción de un horno de inducción, donde se ilustra una vista reducida, antes de ser armadas, de las -- obleas en una etapa de su fabricación de acuerdo al presente método;

La figura 4 representa una vista en alzada, frontal,
15 fragmentaria de una multiplicidad de obleas unidas entre sí para formar un bloque; representando las líneas quebradas - de la figura los cortes que se deben efectuar longitudinalmente, de acuerdo a una de las etapas del presente método;

La figura 5 representa una vista plana, fragmentaria
20 del bloque se ilustra en la figura 4, después de haberse -- formado en él las mesas;

La figura 6 es una representación transversal, frag-
mentaria, del bloque que se ilustra en la figura 4, vista a lo largo de la línea 6-6, después de haberse cortado el blo-
25 que a lo largo de las líneas quebradas que se ilustran en - la figura 4;

Las figuras 7 y 8 representan vistas transversales, fragmentarias, semejantes a la de la figura 6, ilustrando - las diferentes etapas del presente método; y

30 La figura 9 es una vista transversal de una realiza-



ción concreta de un cúmulo rectificador, con un baño de recuperación, perfeccionado.

Refiriéndonos ahora de modo específico a la figura 1 de los dibujos, se ilustra en ella una porción de una oblea monocristalina 10, de material semiconductor, como por ejemplo arsenuro de silicio, de germanio o de galio. La oblea podría ser, por ejemplo, de silicio de tipo N, aproximadamente de 645 mm^2 , y con un grosor entre 0,102 mm y 0,305 mm. provista de superficies principales superior e inferior 12 y 14, respectivamente. Los términos que se utilizan para describir la dirección o sentido, por ejemplo "superior" e "inferior", son relativos y se emplean aquí únicamente para facilitar la descripción, y no en sentido de exclusividad o limitación. Se podrían difundir impurezas aceptadoras o donadoras a través de las superficies opuestas 12 y 14 de la oblea 10, por ejemplo mediante el método de doble difusión que se conoce en el arte, para formar en ellas zonas de tipo P y tipo N, 16 y 18, respectivamente. Se puede controlar esta operación de doble difusión empleando los medios conocidos en el arte, de modo que la zona 16 tipo P se extienda hacia adentro de la superficie 12, hasta una profundidad de alrededor de 0,051 mm. formando la juntura PN 20 con la zona 18 tipo N. La juntura PN 20 consiste de un plano substancialmente paralelo a las superficies 12 y 14 de la oblea 10. Como resultado de la operación de difusión, las superficies 12 y 14 podrían estar provistas de una conductividad eléctrica relativamente elevada, según se indica mediante la referencia P+ y N+, respectivamente.

En vez de la operación de doble difusión mencionada

15 FEB. 1967

anteriormente, se puede formar la juntura PN 20 mediante -
una etapa única de difusión. De este modo, la oblea 10 de
material semiconductor de tipo N, provista de una resisti-
vidad entre los 25 y 60 ohmios-cm., podría estar provista
5 de una impureza de tipo P difundida a través de su superfi-
cie principal 12, para formar la juntura PN 20. Se puede -
asimismo formar la juntura PN 20 en un sustrato de tipo
N+ mediante deposiciones epitaxiales sucesivas de capas de
tipo N y de tipo P, de acuerdo al método muy conocido en -
10 el arte.

Por lo menos una de las superficies principales de
la oblea 10, como por ejemplo la superficie superior 12, -
es revestida de una capa 24 de un material conductor de la
electricidad, como por ejemplo: cromo, germanio, niobio, -
15 paladio, platino, plata, tántalo, titanio, circonio, alea-
ciones de germanio y silicio, o cualesquier otras aleacio-
nes. De este modo se puede aplicar la capa conductora 24 a
la superficie 12 mediante el procedimiento de vaporización,
galvanoplastia, o untando la oblea 10 en un polvo fino del
20 material conductor, o rociando una suspensión de dicho pol-
vo encima de la oblea 10, o colocando una hoja laminizada
fina de metal encima de la oblea. De preferencia, el grosor
de la capa conductora 24 debe ser entre los 1.000 y los ---
100.000 Å.

25 Se coloca una multiplicidad de obleas 10 en un cúmu-
lo laminado, que incluye una oblea sustrato inferior 22,
y una oblea a modo de tapa en la parte superior 23, según
se ilustra en la representación pormenorizada de la figura
3. De preferencia, la oblea de sustrato 22 debe ser de -
30 tipo N+, degenerada, altamente adulterada, del mismo mate-



rial semiconductor de la otra oblea 10, de modo que el coe
ficiente térmico de expansión de las obleas sea substancial
mente el mismo. La oblea 23 del tope superior es de mate--
rial semiconductor tipo P+, degenerado, altamente adultera
5 do, provista asimismo substancialmente del mismo coeficien
te de expansión que el de las obleas 10. Se cubre una de -
las superficies principales superiores 28 de la oblea de -
substrato 22 con una capa de revestimiento 24, semejante
a la de las obleas 10.

10 Se puede hacer que una multiplicidad de obleas 10,
junto con una oblea a modo de tapa superior 23, y una oblea
de substrato al fondo inferior, 22, según se ilustra en -
la figura 3, formen un cúmulo de un bloque sólido 30 (figu
ra 4), mediante una operación de presión al calor. Esta --
15 etapa se podría ejecutar en un horno de inducción 26, que
se ilustra en la figura 3. Cada una de las obleas del cúmu
lo se encuentra colocada de tal modo que su capa conducto-
ra 24 se halla en contacto con una de las obleas adyacentes,
y las obleas 10 se encuentran colocadas de tal modo que --
20 sus juntas PN se encuentren conectadas en serie eléctri-
camente mediante las capas conductoras 24. Los cúmulos de
obleas se encuentran colocadas entre un par de placas de -
carbono 32 y 34 (figura 3), aplicándose la presión a los -
lados opuestos del cúmulo, en las direcciones indicadas --
25 por las flechas 36 y 38, al mismo tiempo que se suministra
una cantidad suficiente de calor por medio del horno de in
ducción 36, para lograr que las capas conductoras 24 se di
fundan dentro de las obleas adyacentes, gracias a lo cual
se unen física y eléctricamente las obleas adyacentes, for
30 mando así un bloque sólido 30, en la forma que se ilustra



5 en la figura 4. En aquellos casos en que las capas 24 son de cromo, circonio o titanio, la operación de presión al calor de las obleas de silicio 10, doblemente difundidas, así como las del tope superior y del sustrato inferior 23 y 22, respectivamente, se puede ejecutar a una temperatura entre los 900^o C y los 1400^o C, sometidas a una presión entre los 14 Kg/cm² y los 352 Kg/cm², durante un período entre uno y treinta minutos. La operación de presión al calor debe ejecutarse, de preferencia, al vacío, o en una atmósfera neutra o reductora, como por ejemplo de argón o hidrógeno. Se pueden emplear temperaturas y presiones inferiores en los casos de obleas de germanio o de materiales semiconductores de los grupos III-V, como por ejemplo arsenuro de galio.

10
15 Una vez que se ha formado el bloque 30, se procede a la formación de una multiplicidad de mesas 40 en el bloque 30, cortando una multiplicidad de acanaladuras 42 en él, en la forma que se ilustra en las figuras 5, 6 y 7. Se forman las acanaladuras 42 ejecutando unos cortes a lo largo de las líneas quebradas que se indican en la figura 4. Cada una de las acanaladuras 42 se extiende completamente a través de la oblea de tapa 23, de las obleas 10 y parcialmente a través de la oblea de sustrato 22, con el propósito de formar una multiplicidad de mesas substancialmente semejantes 40, según se ilustra en la vista de plano de la figura 5. Se pueden cortar estas acanaladuras 42 en el bloque 30 mediante los métodos de grabado químico o electrolítico, o mediante máquinas de chorro de arena, aserrado, esmerilado, o por medios ultrasónicos (cavitronado), por ejemplo. No obstante el hecho de que cada una de las mesas



40 aparece ilustrada con una región transversal substan--
cialmente rectangular, a veces resulta preferible que di--
chas mesas 40 tengan una sección transversal de forma cir-
cular, con lo cual se eliminaría los campos electrostáti--
5 cos desiguales que pudieran desarrollarse, bajo ciertas --
condiciones, en una mesa cuya sección transversal tuviera
esquinas muy pronunciadas. Estas mesas de secciones trans-
versales redondeadas son fáciles de producir utilizando el
método de labrado ultrasónico.

10 Se considera recomendable someter a presión un vidrio
46 suavizado al calor (figura 7) para introducirlo dentro -
de las acanaladuras 42. Sin embargo, como la mayoría del vi
dro contiene impurezas que podrían afectar adversamente a
las juntas PN 20 en cada una de las mesas 40, se recubre
15 en primer lugar la superficie de las mesas 40 con una capa
44 con un óxido eléctricamente inerte, como por ejemplo di-
óxido de silicio. Se deposita esta capa 44 de dióxido de si
licio sobre la superficie de las mesas 40 utilizando cuales
quiera de los métodos conocidos en el arte, a saber: oxida-
20 ción directa de las obleas de silicio 10, 22 y 23; o median-
te la vaporización de dióxido u óxido de silicio; o median-
te la fase de descomposición al vapor de los organosilanes;
o mediante la hidrólisis u oxidación de los haluros o hidru-
ros de silicio, por ejemplo. El dióxido de silicio puede -
25 ser modificado con otras sustancias, como por ejemplo con
silicato de fósforo, silicato de boro o silicato de plomo,
en aquellos casos en que la oblea 10 está hecha de arsenuro
de galio o de germanio. De preferencia el grosor de la ca-
pa 44 debe ser entre los 2.000 Å y los 10.000 Å.

30 Luego se fuerza a presión a que entre dentro de las



acanaladuras 42 un material aislador, como vidrio por ejemplo 46, calentado hasta que esté suavizado. El horno de inducción 26, que se ilustra en la figura 3, puede emplearse para suavizar el vidrio 46 mediante el calor. Se aplica la presión entre el vidrio 46 y la oblea de sustrato 22, colocando una hoja del vidrio 46 sobre la superficie superior de las mesas recubiertas con el revestimiento 40, y ejerciendo presión sobre el conjunto entre los bloques de carbono, a una presión entre los 14 Kg/cm² y los 352 Kg/cm², debiendo ser la temperatura del vidrio 46 lo suficientemente elevada como para que se suavice. No obstante el hecho que la deposición del vidrio 46 dentro de las acanaladuras 42 se logra fácilmente mediante la operación de presión al calor, o dejando que el vidrio 46 se combe o doble alrededor de las mesas 40, se pueden emplear también otros medios para la deposición del vidrio, como por ejemplo, sedimentación, fusión o deposición al vapor.

Se pueden comprar en el mercado hoy día diversos tipos de vidrio 46 que tienen muy buenas características de expansión térmica para emplearse con materiales semiconductores de silicio, o con arsenuros de germanio o de galio.

En términos generales, un vidrio que se considere adecuado para emplearse en el presente invento debe poseer una resistencia eléctrica relativamente alta, y debe estar libre de productos o cuerpos químicos que pudieran adu-
lterar adversamente al material semiconductor, y además deben tener substancialmente el mismo coeficiente de expansión del material semiconductor, bajo el efecto del calor. Por ejemplo, algunos de los vidrios de silicato de aluminio de tierras alcalinas conocidos, así como el vidrio de silica-



tos de boro, potasio y litio, se consideran apropiados para su empleo con las obleas de silicio.

Se forma un bloque sólido, compacto, con las mesas 40 y el vidrio 46 enfriado, colocado en las acanaladuras -
42 que existen entre las mesas 40, en la forma que se ilustra en la figura 8. Las superficies superior e inferior 52 y 54, respectivamente, del bloque 50 se encuentran ahora -
sobresalidas para dejar expuesto el material semiconductor superior e inferior de las mesas. De esta forma, las superficies superior e inferior 52 y 54 del bloque 50 sobresalen hasta los planos 56 y 58, respectivamente, para dejar expuestas las superficies paralelas 52a y 54a del material semiconductor P+ y N+ de las obleas de tapa y de sustrato 23 y 22, respectivamente.

Luego se corta el vidrio 46 entre cada una de las mesas separadas 40, como por ejemplo mediante un corte a lo largo del plano 60 (figura 8), para separar unas de otras a cada mesa 40 aislada.

Pasando a referirnos ahora a la figura 9, se ve aquí ilustrada una sección transversal de una sola mesa 40, conectada de manera que se proporcione un cúmulo rectificador perfeccionado. Las superficies que sobresalían anteriormente 52a y 54a de las obleas P+ y N+ 23 y 22, es decir, los extremos opuestos del cúmulo rectificador se les da ahora un baño de una capa metálica 62 y 64, respectivamente, de algún metal tal como níquel, sumergiéndose luego en soldadura derretida. Las capas 62 y 64 suministran los medios convenientes para aplicar un par de electrodos 66 y 68, respectivamente. Los electrodos 66 y 68 pueden estar constituidos de cualquier conductor eléctrico adecuado, co



mo por ejemplo cobre o plata, de preferencia de idéntica -
sección transversal que la mesa 40 con baño de recupera---
ción. Se pueden emplear también, además de los metales men-
cionados, otros metales, latones, o aleaciones para las ca-
5 pas 62 y 64. El cúmulo rectificador, con baño de recupera-
ción de dióxido de silicio y vidrio que se ilustra en la -
figura 9 puede aún ser sometido a otro baño de recuperación,
cubriendo las porciones de los electrodos 66 y 68 y el vi-
drio 46 con un recubrimiento a modo de cápsula 70 de mate-
10 rial aislador a la electricidad, tal como silicio o resina
epóxida.

Durante su funcionamiento, el cúmulo rectificador -
(juntura de tres PN) de la figura 9 puede efectuar la rec-
tificación de una corriente alterna de un voltaje de 3.000
15 voltios, teniendo cada una de las tres juntas PN un vol-
taje de disrupción de más de 1.000 voltios. El cúmulo rec-
tificador puede tener tantas juntas PN como se desee. El
cúmulo rectificador perfeccionado de la figura 9 puede so-
portar sobrecargas repetidas y corrientes invertidas rela-
20 tivamente fuertes sin que por ello sufra ningún daño perma-
nente. Este efecto está en contraste directo a los rectifi-
cadores de silicio conocidos en el arte anterior, que por
lo general no se recuperan después de haber sufrido una --
disrupción. El funcionamiento perfeccionado de los cúmulos
25 rectificadores de acuerdo al presente invento, comparado -
con los rectificadores del arte anterior, se cree que se -
deba a los métodos utilizados para darle los baños de recu-
peración en que la superficie lateral, es decir la superfi-
cie que se encuentra en sentido transversal a las juntas
30 PN del cúmulo, del material semiconductor del cúmulo recti-



ficador, se encuentra en íntimo contacto con una capa de dióxido de silicio, y el vidrio que se encuentra también en íntimo contacto con la capa de óxido. De esta manera, los baños de recuperación combinados, tanto de la capa de óxido como del material aislador adicional, el vidrio, evita que las junturas PN sean degradadas en un material semiconductor de resistividad relativamente elevada.

No obstante el hecho que se ha descrito aquí algunas variaciones de la estructura del cúmulo rectificador, así como de las etapas del presente método, sin duda podrán venir a la mente de los peritos en el arte aún otras variaciones adicionales.

Esta solicitud, que corresponde a la presentada en los Estados Unidos de América, con fecha 9 de junio 1965, bajo el número 462.557, 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:

12. - Un método de fabricar un dispositivo semiconductor, que consiste de ligar entre sí a una multiplicidad de obleas de material semiconductor, cada una de las cuales está provista de dos superficies principales opuestas y una juntura PN entre ellas; ejecutándose dicha unión mediante una capa conductora entre aquellas obleas que se en



5 encuentran adyacentes, con el fin de formar un cúmulo de ---
obleas; procediendo luego a la formación de una multiplici-
dad de acanaladuras en dicho cúmulo, extendiéndose cada --
una una de dichas acanaladuras a través de las juntas PN
de dichas obleas, mediante lo cual se forma una multiplici-
dad de estructuras en forma de mesas, estando provista ca-
da una de dichas mesas de una superficie lateral que inclu-
ye porciones de dichas obleas y sus respectivas juntas -
PN; procediendo luego a la formación de una capa de un óxi-
do de dicho material semiconductor en la superficie late-
10 ral de cada una de dichas mesas; llenando luego dichas aca-
naladuras con un material aislador; y luego dejando expues-
tas las superficies opuestas superior e inferior de cada -
una de dichas mesas, mediante lo cual se pueden conectar -
15 allí electrodos.

22. - El método de acuerdo a la reivindicación 1, -
que incluye el corte a través de dicho material aislador, .
y la separación de dichas mesas unas de otras, encontrándo-
se rodeada cada una de dichas mesas separadas por dicho re-
20 vestimiento de óxido y por dicho material aislador, y co-
nectándose los electrodos a dichas superficies expuestas -
superior e inferior de cada una de dichas mesas.

32. - El método de acuerdo a la reivindicación 1 o
2, en el que cada mesa recibe un baño de recuperación me-
25 diante dicha capa de óxido y dicho material aislador.

42. - Un método de fabricar un dispositivo semicon-
ductor.

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

337033



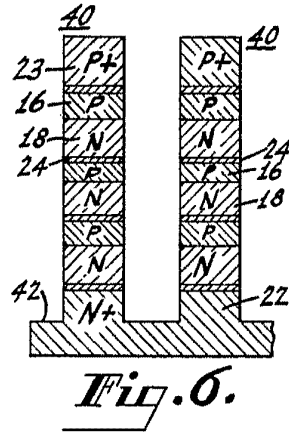
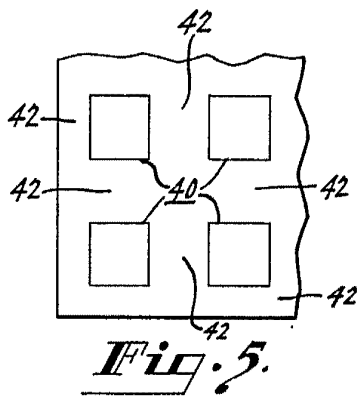
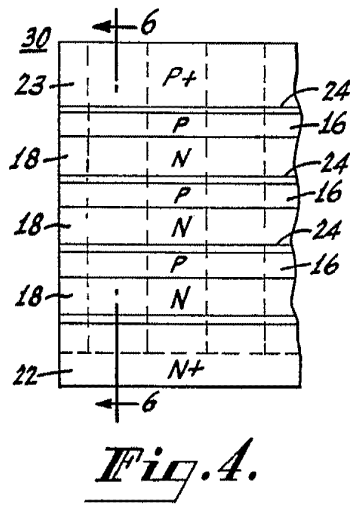
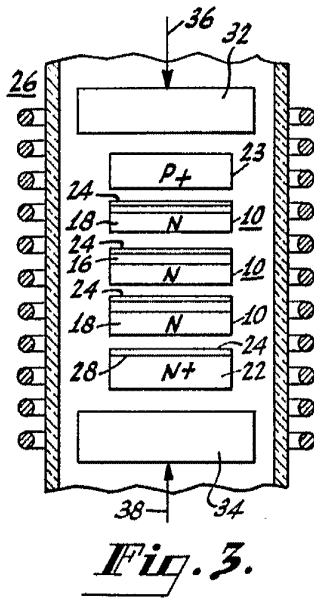
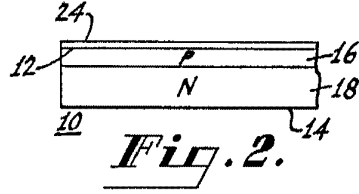
Esta Memoria consta de quince hojas escritas a máquina por una sola de sus caras.

Madrid,

18 FEB 1967
P.A.

[Handwritten signature]
Alcalde de Madrid

337005



337005

[Handwritten signature]



Fig. 7.

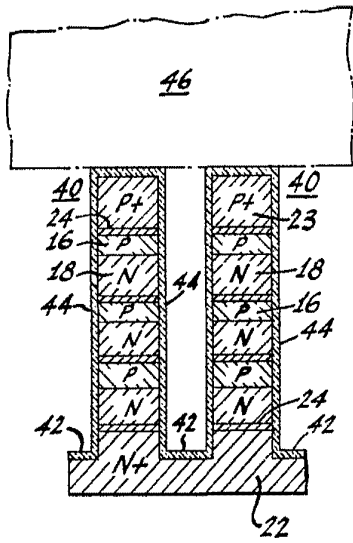


Fig. 8.

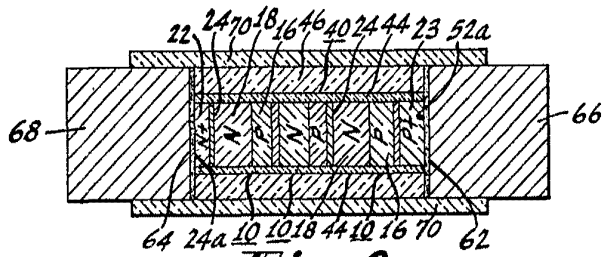
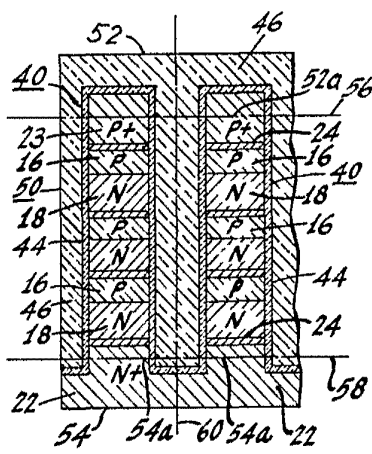


Fig. 9.

337005

G. W. ...