



289 957

PATENTE DE INVENCION

por 20 años

per "Rectificador de potencia controlado" - - - - -

a favor de GENERAL INSTRUMENT CORPORATION, de nacionalidad norteamericana, domiciliada en 65, Gouverneur Street, Newark 4, NEW JERSEY (Estados Unidos de América del Norte).

- - - - -

MEMORIA DESCRIPTIVA

La presente invención se refiere a los rectificadores al estado sólido y más particularmente a los denominados "rectificadores controlados".

5 Se han empleado diodos al silicio como rectificadores de potencia. Es ya conocido el hecho de proveer un tercer terminal que obre como terminal de rejilla para el control de la operación de rectificación. Cuando tal rejilla está cerrada, no se verifica ningún flujo de suministro, mientras cuando está abierta, se verifica un suministro
10 rectificado de una semionda, y se puede por consiguiente efectuar el control de la operación de rectificación. Además, puesto que el control es eléctrico, éste puede realizarse a frecuencia muy alta, por ejemplo mediante una onda



de alta frecuencia sincrónica con aquella a rectificar; en este caso la rejilla puede ser empleada para fraccionar partes de semionda, de manera que pueda ser pasada a través del rectificador solamente la parte deseada de semionda, en lugar de la semionda entera.

En la construcción de un rectificador controlado de este tipo, es conocido el hecho de inquinar (o modificar con aleaciones) ambas superficies del silicio de tipo N (u otro material semiconductor) para obtener capas semiconductoras de tipo P, una de las cuales es seguidamente unida con el terminal anódico. La superficie externa de la otra parte P es inquinada casi toda, pero no completamente al objeto de conferirle características de tipo N para la siguiente unión con el terminal catódico. La parte restante de la superficie P está unida con un terminal de rejilla. La superficie del silicio está recubierta electrolíticamente con níquel y luego con oro, quedando así preparada para la soldadura; en tal operación entre las partes N y P se deja una separación al objeto de no colocarlas en corto circuito, que significaría colocar en corto circuito el terminal catódico y el terminal de rejilla.

El objeto principal de la presente invención es mejorar el funcionamiento de los rectificadores controlados. Se halló que ésto puede obtenerse mediante una unión resistiva entre las partes adyacentes N y P y más particularmente extendiendo el depósito electrolítico de una parte a otra por un trecho muy reducido de manera de realizar la deseada unión resistiva. La exacta teoría de la operación descrita no está del todo clara y la presente descubierta puede ser por con-



siguiente considerada empírica;

Para obtener el objeto general antes indicado y los otros objetos específicos que se indicarán a continuación, la invención trata de los elementos del rectificador controlado y su influencia recíproca, como será expuesto más detalladamente en la descripción que sigue referida al dibujo adjunto, en el cual:

5 - la figura 1 es una vista en perspectiva de un rectificador controlado según la invención;

10 - la figura 2 es una vista del mismo, en el cual ha sido separada la parte superior del contenedor;

 - la figura 3 es una vista en planta, a mayor escala, representando la separación hasta actualmente empleada entre las zonas N y P;

15 - la figura 4 es una sección hecha a lo largo de la línea 4-4 de la figura 3 y también de la figura 5;

 - la figura 5 es una vista en planta similar a la de la figura 3, pero representando la ejecución perfeccionada según la invención;

20 - la figura 6 es una sección hecha aproximadamente a lo largo de la línea 6-6 de la figura 5;

 - la figura 7 es una sección hecha aproximadamente a lo largo de la línea 7-7 de la figura 5, y

25 - la figura 8 representa una curva característica para la explicación de la invención;

Refiriéndonos al dibujo, y en particular a la figura 1, el rectificador de potencia representado es un rectificador controlado al silicio, cuyo contenedor comprende una parte exagonal o tuerca 12, provista de una parte fileteada 14,



solidaria con ésta para emplearse en el montaje del rectifi-
cador en el aparato, y que sirve también como terminal
generalmente anódico, del rectificador. La parte plana 16
y la parte cilíndrica 18 son de metal y la parte 18 está
5 cerrada a hermeticidad con una cápsula de cristal 20 a tra-
vés de la cual pasan el hilo 22 para el cátodo principal
y el hilo 24 para el terminal de rejilla. La parte 26
está provista de un orificio relativamente amplio y la
parte 24 de un orificio relativamente pequeño para las
10 uniones. Las partes metálicas 16 y 12 están soldadas
juntas a retención hermética.

Refiriéndonos a la figura 2, cuando la parte superior
del contenedor no ha sido todavía aplicada, el semicon-
15 ductor es visible en el punto 30. Su superficie superior
está dividida en dos partes: la parte más gruesa está uni-
da con el hilo 22 que constituye el terminal catódico y
la parte menos gruesa está unida con el hilo 24 que cons-
tituye el terminal de rejilla. Los hilos de unión pueden
ser delgados; aun que, para mayor resistencia mecánica,
20 los hilos externos representados en la figura 1 son grues-
os y rígidos. Estos son de forma tubular y están ence-
rrados en el cristal en el punto 20 antes de la aplica-
ción de la parte superior. Los hilos internos 22, 24 es-
tán alojados en elementos tubulares; la periferia de la
25 parte 16 está soldada a la parte 12 y los elementos tubu-
lares están comprendidos o encerrados alrededor de los hi-
los internos sobre la cápsula de cristal.

Refiriéndonos a la figura 4, la unión al silicio es
un conjunto de cuatro capas formado por una capa 32 de



tipo N, comprendida entre dos capas 34 y 36 de tipo P.
Gran parte de la capa P pero no toda ella está recubierta
o modificada para obtener una capa 38 de tipo N. El ter-
minal anódico, no representado, está unido a la capa 36
5 de tipo P. El terminal catódico 22 está soldado a la ca-
pa 38 de tipo N y el terminal de rejilla 24 está soldado
a la parte restante 40 de la capa P.

Una de las maneras de efectuar tales uniones es por
soldadura. A causa de la dificultad de conseguir soldadu-
ras con el silicio, y a causa del reducido número de me-
tales que pueden ser aplicados electrolíticamente a éste,
10 la práctica usual es la de revestir electrolíticamente el
silicio con níquel, que se adhiere al mismo, y luego con
oro, que se adhiere al níquel, y después efectuar la sol-
dadura con la capa de oro. Pueden ser adaptados otros me-
tales, por ejemplo el rodio o el cromo. En el presente ca-
so, a la capa 42 se aplica la soldadura indicada con 44 y
15 a la capa 46 la indicada con 48. Se deja un espacio 50
entre las dos partes 42 y 46 con objeto de no colocar en
corte circuito la parte 38 de tipo N y la parte 40 de tipo
20 P, o bien, lo que es la misma cosa, al objeto de no colo-
car en corte circuito el terminal catódico 22 y el termi-
nal de rejilla 24. Las superficies 42 y 46, sometidas a
tratamiento electrolítico, con el espacio 50, están re-
25 presentadas con claridad en la figura 3, que muestra la
técnica empleada antes de la presente invención. La línea
a trazos 52 indica la división entre las partes N y P en la
superficie superior de la unión de muchas capas.

La teoría del funcionamiento del rectificador contro-



lado que viene normalmente avanzada es que la unión PNP
correspondería a una unión PNPN, lo que querría decir
dos rectificadores dispuestos en oposición, los cuales
bloquearían en consecuencia cualquier paso. La capa 38
5 de tipo N tiende a suministrar electrones para relle-
nar los vacíos de la capa 34 de tipo P, pero en modo
insuficiente. Un potencial positivo aplicado al termi-
nal de rejilla 24 atrae un apreciable flujo de electro-
nes a través la capa N, en el interior y a través la ca-
10 pa 34 de tipo P, rellenando los vacíos y transformándose
se en efecto en un espesor complementario de la capa N,
de manera que tal unión resulta ser una simple unión NP
a dos capas. De esta manera, cualquiera que sea el po-
tencial de gobierno aplicado al terminal de rejilla 24,
15 el rectificador puede funcionar, mientras cuando tal
potencial de gobierno no es aplicado, el rectificador no
funciona.

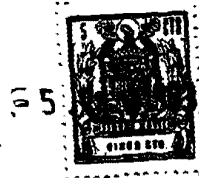
Debe notarse que las mismas partes 38 de tipo N y
40 de tipo P constituyen estructuralmente un diodo auxie-
20 liar. Se ha encontrado que el funcionamiento del rectifi-
cador controlado es influenciado negativamente por tal
diodo auxiliar y que tal funcionamiento es notablemente
mejorado si el diodo auxiliar 38, 40 funciona mal, en
vez de manera satisfactoria. Con referencia a la figura 8,
25 un diodo que funcione satisfactoriamente tiene una curva
característica representada por las partes 54, 56, no
siendo frecuente que retorne o invierta. Un diodo fun-
cionando mal puede tener una curva característica repre-
sentada por las partes 54 y 56, con notable corriente



de retorno o inversión. Tal característica se puede obtener mediante una unión resistiva de las dos partes del diodo auxiliar.

5 A veces es deseable no tener tal característica a consecuencia del diodo auxiliar, pero desdichadamente los otros requisitos requeridos al rectificador controlado implican la adopción de las partes 38, 40 formando tal diodo. No es posible poner en un mismo circuito simplemente tales partes, pero si puede conseguirse
10 una unión resistiva cuya resistencia por una parte sea suficientemente baja para reducir o eliminar gran parte del indeseado efecto de tal diodo, pero no tan baja como para hacer perder el deseado control por parte de la rejilla. Una resistencia de 20 a 100 ohms es suficiente
15 para el presente elemento de 16A.

Refiriéndonos a las figuras 3 y 4, ha sido encontrado que el funcionamiento del rectificador controlado puede ser notablemente mejorado con el empleo de una unión resistiva entre las capas N y P 38 y 40, o bien, lo que es
20 lo mismo, entre los hilos 22 y 24, pero preferiblemente en el interior del contenedor. Se ha encontrado además que una manera muy adecuada para obtener dicha unión resistiva de valor determinado es aquella de extender el depósito electrolítico de una parte a la otra por una
25 capa limitada. Tal solución está representada en la figura 5, en la cual la capa 60 depositada electrolíticamente sobre la parte N está separada de la capa 62 depositada electrolíticamente sobre la parte P mediante un espacio 64, salvo en un punto, en este caso el punto 66, donde



de tal capa se extiende de una parte a la otra, obtenien-
do así una unión resistiva entre las dos partes. La línea
a trazos 52 representa el límite entre la parte N y la
parte P, que es lo mismo indicado encima, y los hilos 22 y
24 están aplicados como se ha descrito.

5
10
Para una mejor comprensión de la estructura, se puede
hacer referencia a la figura 6 que muestra como, en la lí-
nea de sección 6-6, la capa electrolítica 60 es depositada
directamente sobre la parte P 40 en la zona 66 sometida al
tratamiento electrolítico. En tal sección el depósito elec-
troliítico es continuo sobre la parte superior de la unión.

15
La figura 7 es una sección tomada a lo largo del pla-
no de la línea 7-7 de la figura 5 y muestra como el depósito
electrolítico 60 termina en el punto 64, del otro lado de
la línea de separación 52, entre las partes N y P 38 y 40.

20
25
El rectificador controlado ilustrado es un rectificador
de elevada potencia que tiene una capacidad de 16A a 500 V.
La tensión no es determinante al fin de la presente invención
y puede variar en una amplia gama. En cada modo los valores
numéricos dados en la presente descripción son suministra-
dos solo a título de ejemplo y no constituyen una limitación
para la invención. El dispositivo está cerrado a hermetici-
dad en una envoltura soldada. Los hilos son de una aleación
conocida en el mercado con el nombre "Kovar", insertados en
una cápsula de cristal y permiten al dispositivo resistir
dentro una amplia gama de temperaturas y los saltos de tem-
peratura.

La unión está formada con una triple inquinaación. El
material silíceo de tipo N es inquinado para transformar



ambas superficies en silicio de tipo P. La parte indicada con 40 en las figuras 3 y 4 está por consiguiente enmascarada y la restante es, inquinada para transformar la superficie en silicio de tipo N, formando de esta manera la capa 38. Los espacios 64, 64', mostrados en la figura 5, están formados por enmascaramiento cuando se aplican las capas de níquel y oro, las cuales cubren las zonas 60 y 62, también mostradas en la figura 5.

En dicha figura 5 se nota que la unión eléctrica entre el cátodo 22 y la rejilla 24 está constituida por las capas sometidas a tratamiento electrolítico, por el silicio de debajo y por los espacios 64, 64'. Las relaciones geométricas y eléctricas entre tales elementos son importantes. La resistividad de la capa depositada electrolíticamente es también importante y este depende a su vez de la densidad y del espesor de dicha capa depositada. Tal capa en el punto 66 de la figura 5 obra como un puente para la unión resistiva entre las capas N y P 38 y 40, lo que mejora el funcionamiento mediante la eliminación parcial del rectificador o de la característica del diodo formado por las partes 38 y 40. La unión resistiva de antes puede ser efectuada entre los terminales externos a la envoltura del rectificador, pero existen importantes ventajas a favor de la disposición en el interior que está protegida contra daños y variaciones indeseables.

En el presente dispositivo la extensión de la zona exenta de los depósitos electrolíticos 60, 62, vale decir la extensión de la banda de separación 64, 64' es de cerca $\frac{6}{10}$ de milímetro. La extensión de la superposición en el punto 66 (figura 5) y el espesor de la capa electrolítica están proporcionalmente

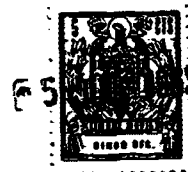


cionados de manera de obtener la deseada resistencia de 20 a 100 ohms.

5 Se cree que la construcción y el funcionamiento del
rectificador controlado objeto de la invención, como también
sus ventajas, han sido descritas con claridad por cuanto
precede. Todas las principales y más deseables característi-
cas de los rectificadores controlados más conocidas han si-
do mantenidas, incluida la posibilidad de funcionamiento in-
mediato de manera que el rectificador puede hacerse funcionar
10 a alta frecuencia, si se desea, para limitar e interrumpir
partes de cada semionda, así como de ondas de frecuencia ra-
dio, que deban ser rectificadas. Además la operación y particu-
larmente el seguro funcionamiento y la uniformidad de fa-
bricación de tales rectificadores son notablemente mejorados
15 mediante la adopción de la unión resistiva antes descrita.

X Teóricamente, la polaridad es invertible; en otras pa-
labras, empezando por abajo, las capas de silicio podrán ser
de tipo N,P,N,P, en cuyo caso la parte fileteada o terminal
inferior será un cátodo, el terminal 22 superior será un
ánodo, y la tensión de rejilla será negativa en vez de ser
20 positiva. Aunque se prefiere tener la polaridad antes desc-
rita.

En la figura 5, la línea 52 es rectilínea y el espacio
64, 64' tiene la forma de una L; se comprende no obstante que
25 el mismo resultado puede obtenerse también si la línea de
unión 52 es de forma de L y el espacio 64 es rectilíneo. Se
pueden emplear otras disposiciones para obtener el espacio
deseado, extendiendo a la parte del terminal de rejilla una
parte de la capa depositada electroquímicamente en la parte



catódica:

Queda entendido que, no obstante la presente invención, se haya representado y descrito en una manera preferida de realización, se pueden efectuar modificaciones en la estructura mostrada sin apartarse del límite de la misma invención, como es descrita en las adjuntas reivindicaciones, en las cuales las referencias de N y de P y de cátodo y ánodo deben ser consideradas como relativas y no entendidas para excluir una estructura de polaridad invertida, como se ha indicado en los párrafos precedentes.

N O T A

Por la patente de invención a que se refiere la presente memoria descriptiva se REIVINDICA la propiedad y la explotación exclusiva de:

1.- Rectificador de potencia controlado caracterizado por el hecho de que comprende un semiconductor constituido por capas P, N y P, un terminal anódico por un lado, un terminal catódico y un terminal de rejilla por el otro lado y un contenedor siendo la característica N impartida a gran parte, pero no a toda, de la superficie externa de la capa P por el lado del cátodo, medios para la unión del terminal catódico a la parte de superficie N, medios para la unión del terminal de rejilla a la parte de superficie P, y una unión resistiva entre las dos partes.

2.- Rectificador de potencia controlado caracterizado por el hecho de que comprende un semiconductor constituido por capas P, N y P, un terminal anódico por un lado, un terminal catódico y un terminal de rejilla por el otro lado y



un contenedor, siendo la característica N impartida a gran parte, pero no a toda, de la superficie externa de la capa P por el lado del cátodo, medios para la unión del terminal catódico a la parte de superficie N, medios para la unión del terminal de rejilla a la parte de superficie P, y una unión resistiva entre las dos partes, en el interior del contenedor.

3.- Rectificador de potencia controlado caracterizado por el hecho de que comprende un semiconductor al silicio constituido por capas P, N y P, un terminal anódico por un lado, un terminal catódico y un terminal de rejilla por el otro lado, y un contenedor cerrado con una cápsula de cristal, gran parte, pero no toda la superficie externa de la capa P del lado del cátodo estando modificada para impartirle una característica N, medios para la unión del terminal catódico a la parte de superficie N, medios para la unión del terminal de rejilla a la parte de superficie P, y una unión resistiva entre las dos partes internas del contenedor a hermeticidad.

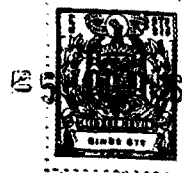
4.- Rectificador de potencia controlado caracterizada por el hecho de que comprende un semiconductor constituido por capas P, N y P, un terminal anódico por un lado, un terminal catódico y un terminal de rejilla por el otro lado, gran parte pero no toda la capa P del lado del cátodo estando modificada para impartirle una característica N, un depósito electrolítico de metal en la parte de superficie N para unir el hilo del cátodo, un depósito electrolítico en la parte de superficie del terminal de rejilla para unir el hilo de este terminal, un espacio en el depósito electro-



lítico de metal que es dejado entre tales dos partes, estando el depósito electrolítico en un punto extendido de una parte a la otra.

5
10
15
5.- Rectificador de potencia controlado, caracterizado por el hecho de que comprende un semiconductor al silicio constituido por capas P, N y P, un terminal anódico por un lado, un terminal catódico y un terminal de rejilla por el otro lado, gran parte pero no toda la capa P del lado del cátodo estando inclinada para obtener una característica N, un depósito electrolítico de metal para la soldadura del terminal catódico en la parte de superficie N, un depósito electrolítico de metal para la soldadura del terminal de rejilla en la parte de superficie P, un espacio en el depósito electrolítico de metal dejado entre tales dos partes, siendo el depósito electrolítico en un punto extendido de una parte a la otra para obtener el equivalente de una unión resistiva entre dichas partes.

20
25
6.- Rectificador de potencia controlado caracterizado por el hecho de que comprende un semiconductor constituido por capas P, N y P, un terminal anódico por un lado, un terminal catódico y un terminal de rejilla por el otro lado, gran parte pero no toda la capa P del lado del cátodo siendo tratada de manera de impartirle una característica N, un depósito electrolítico de metal en la parte de superficie N para unir el hilo del cátodo, un depósito electrolítico de metal en la parte de superficie del terminal de rejilla para unir el hilo del terminal de rejilla, siendo dejado un espacio en el depósito electrolítico entre tales partes, la línea de unión entre tales partes y este espacio teniendo



forma diversa, una rectilínea y la otra en L, por lo que en un punto el depósito electrolítico sobre la superficie catódica se extiende de la parte del cátodo a la parte del terminal de rejilla.

5 7.- Rectificador de potencia controlado caracterizado por el hecho de que comprende un semiconductor al silicio, constituido por capas P, N y P, un terminal anódico por un lado, un terminal catódico y un terminal de rejilla por el otro lado, gran parte pero no toda la capa P del lado del cátodo estando inquinada para impartirle una caracte-
10 rística N, un depósito electrolítico de metal en la parte de superficie N para unir el hilo del cátodo, un depósito electrolítico de metal en la parte de superficie del terminal de rejilla para unir el hilo del terminal de rejilla, siendo dejado un espacio en el depósito electrolítico
15 de metal entre dichas partes, la línea de unión entre tales partes y este espacio siendo de forma diversa, una rectilínea y la otra en L, por lo que en un punto el depósito electrolítico sobre la superficie catódica se extiende de
20 la parte del cátodo a la parte del terminal de rejilla.

25 8.- Rectificador de potencia controlado caracterizado por el hecho de que comprende un semiconductor, constituido por capas P, N y P, un terminal anódico por un lado, un terminal catódico y un terminal de rejilla por el otro lado, gran parte pero no toda la capa P del lado del cátodo estando tratada para impartirle una característica N, un depósito electrolítico de metal en la parte de superficie del terminal de rejilla para unir el hilo del terminal de rejilla, siendo dejado un espacio en el depósito electrolítico



5 tico de metal entre dichas partes, la línea de unión entre dichas partes siendo rectilínea y el espacio teniendo forma de U, por lo que en un punto el depósito electrolítico sobre la superficie catódica se extiende de la parte del cátodo a la parte del terminal de rejilla.

9.- Rectificador de potencia controlado caracterizado por el hecho de que comprende un semiconductor al silicio, constituido por capas P, N y P, un terminal anódico por un lado, un terminal catódico y un terminal de rejilla por el otro lado, gran parte pero no toda la capa P del lado del cátodo estando inquinada por impartirle una característica N, un depósito electrolítico de metal sobre la parte de superficie N para unir el hilo del cátodo, un depósito electrolítico de metal en la parte de superficie del terminal de rejilla para unir el hilo del terminal de rejilla, siendo dejado un espacio en el depósito electrolítico de metal entre las dos partes, la línea de unión entre dichas partes siendo rectilínea y el espacio teniendo forma de U, por lo que en un punto el depósito electrolítico sobre la superficie catódica se extiende de la parte del cátodo a la parte del terminal de rejilla.

10.- Rectificador de potencia controlado.

Consta a presente memoria descriptiva de quince hojas foliadas, escritas por una sola cara.

Barcelona, 15 de Julio de 1963.

Por parte de: GENERAL INSTRUMENT CORPORATION,

J. BORET DEL RIG
P. P.

289957



FIG. 1

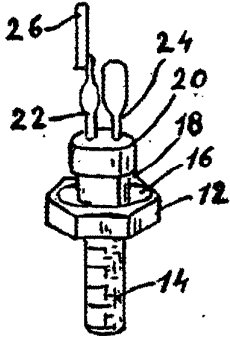


FIG. 2

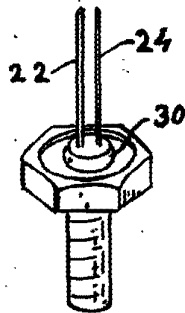


FIG. 3

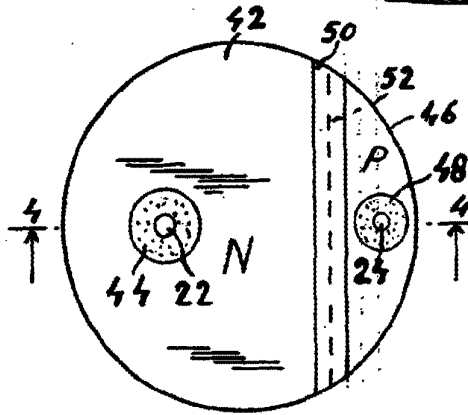


FIG. 5

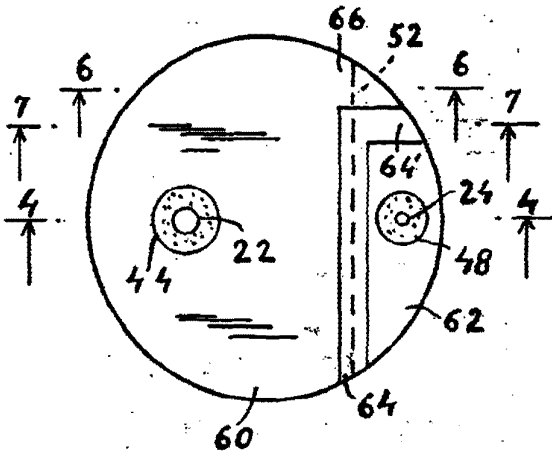


FIG. 4

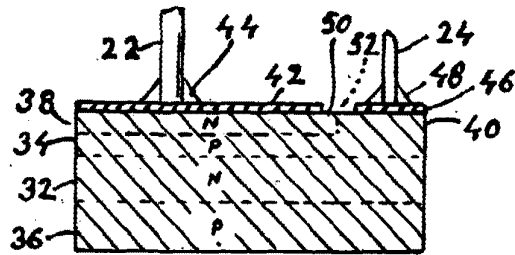


FIG. 8

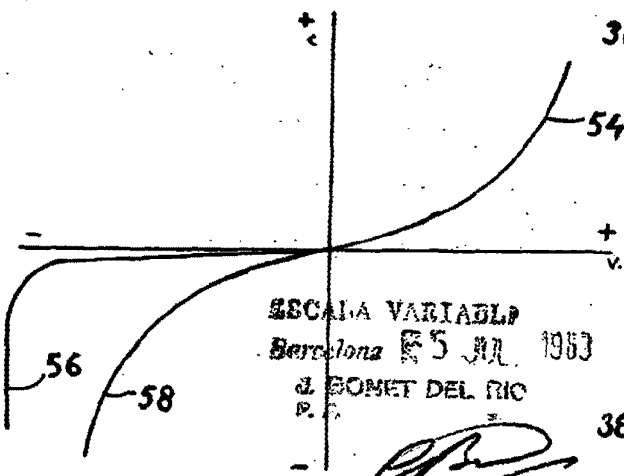


FIG. 6

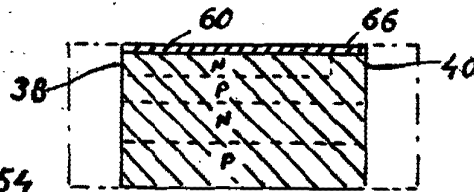


FIG. 7

