

388247



P.- 46.560

USA 13120

RCA 62.470

SECCION TECNICA
CLASIFICACION I. P. C.
CLASE <u>H01</u> _____
SUBCLASE <u>6</u> _____

MEMORIA DESCRIPTIVA

para solicitar PATENTE DE INVENCION por VEINTE años

a nombre de RCA CORPORATION

entidad norteamericana

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

por: "UN DISPOSITIVO SEMICONDUCTOR"

(Clase Internacional H011)

388247



La presente invención se relaciona con dispositivos semiconductores y se relaciona en particular con transistores que tienen geometrías de dispositivo y estructuras de contacto diseñadas para mejorar las características de manejo de corriente y frecuencia para un funcionamiento de alta potencia y alta frecuencia.

Se han desarrollado varias geometrías de transistores y estructuras de contacto al tratar de aumentar la relación numérica entre la periferia del emisor y el área de la base, la uniformidad de inyección de la corriente del emisor y otros coeficientes de calidad. Es notable entre estos desarrollos el transistor "sobrepuesto". El dispositivo "sobrepuesto" emplea una rejilla de sitios del emisor separados interconectados por una estructura de contacto de metal del emisor que queda sobrepuesta en un revestimiento de óxido y porciones de la base. La uniformidad de inyección de corriente se mantiene mediante una zona de base de alta conductividad entre cada contacto de base y las regiones de base.

Otro dispositivo emplea una región de base que "perfora" la región del emisor, proporcionando al perfil del emisor una apariencia de malla rectangular o estructura reticular. Aún cuando este dispositi-

388247



tivo no es capaz de funcionar a los mismos niveles de potencia y frecuencia como el transistor "sobrepuesto" no emplea la zona de base de alta conductividad y por lo tanto es más barato de fabricar. Otro transistor de "emisor de malla" incluye una geometría del emisor de malla en donde las regiones del emisor separadas se extienden desde los lados de la pastilla hacia el centro del dispositivo.

La manera en la cual se efectúa el contacto ómbico con las regiones semiconductoras del dispositivo es asimismo otra consideración predominante en el diseño de los transistores de potencia de radiofrecuencia. El arte anterior, los dispositivos de "emisor de malla", el contacto se efectúa generalmente con la región de base por medio de una pluralidad de dedos de contacto de base angostos que se extienden a través del revestimiento de óxido y porciones de la malla del emisor. El contacto del emisor se hace mediante dedos de metal angostos que se extienden a lo largo de las porciones paralelas de la malla del emisor y entre los dedos de contacto de base adyacentes. Los ejemplos de esta estructura de contacto se emplean en los dispositivos del emisor de malla que se describen en lo que antecede. Sin embargo, los contactos de metal angostos tales como aquellos descritos exhiben reactancias parásitas indeseables que no

388247



10 MAYO 1973

son capaces de llevar densidades altas de corriente.

Además, en un transistor de potencia de alta energía la resistencia de contacto de base constituye una porción predominante de la resistencia de dispersión de base extrínseca R_{bb} ; por lo tanto es necesario reducir al mínimo la resistencia del contacto de base para obtener una ganancia de potencia máxima. La resistencia de contacto baja se logra inherentemente en el dispositivo "sobrepuesto" a través del uso de la zona de base de alta conductividad que mantiene también la uniformidad de la inyección de la corriente. Sin embargo, los transistores de emisor de malla del arte anterior no emplean una zona de base de alta conductividad y por lo tanto no son apropiados para funcionamiento de alta frecuencia como la estructura "sobrepuesta".

La presente invención consiste de un transistor de emisor de malla formado en un cuerpo semiconductor cristalino con una superficie principal teniendo una porción central. El dispositivo incluye una región del colector que tiene un enchufe que se extiende hacia la superficie del cuerpo y que incluye la porción central de la superficie. Una región de base anular se coloca adyacente al colector y alrededor del enchufe con porciones de la región de base extendiéndose hasta la superficie y formando una pluralidad de lóbu-

388247



los radiales alrededor del enchufe. Una región del emisor se coloca dentro de la región de base y compran de un anillo alrededor de los extremos de los lóbulos de la base, y porciones en forma de cuña que se extienden desde el anillo hacia el enchufe y entre los lóbulos adyacentes. El dispositivo incluye asimismo medios para hacer contacto óhmico con la región del colector, la región de base y la región del emisor.

En el dibujo:

La FIGURA 1 es una vista de planta superior de la modalidad preferida del transistor con porciones del dispositivo cortadas.

La FIGURA 2 es una vista en sección transversal del transistor de la FIGURA 1 que se toma por la línea 2--2.

La FIGURA 3 es una vista de planta superior de modalidades alternas del transistor con porciones del dispositivo cortadas.

La FIGURA 4 es una vista en sección transversal del transistor de la FIGURA 3, que se toma por la línea 4--4.

EJEMPLO I

Una modalidad preferida del transis-

388247



tor de potencia de alta frecuencia de la presente invención se describirá con referencia a las FIGURAS 1 y 2. El transistor 10 se forma en un cuerpo semiconductor cristalino 12 que tiene una superficie predominante 14, con un revestimiento aislante 13 colocado a través de las porciones de la superficie. Aún cuando no son críticos, el tamaño, la forma y la composición del cuerpo 12, de preferencia consiste de una pastilla de silicio cuadrada de aproximadamente 355 micrones y de 114 micrones de grueso.

Como se muestra en la FIGURA 2, el transistor 10 incluye un substrato 18 de tipo N de alta conductividad que comprende una porción inferior del cuerpo 12 y una región de colector 20 del tipo N adyacente al substrato 18 de tipo N. La región del colector 20 tiene un enchufe 22 que se extiende hasta la superficie superior 14, e incluye una porción central de la superficie.

El transistor 10 incluye una región de base de tipo P anular 24 adyacente a la región del colector 20 y alrededor del enchufe 22. En la FIGURA 1, el círculo concéntrico externo, una porción del cual se marca con puntos, representa la periferia externa de la región de base anular 24. Las porciones de la región de base 24 se extienden hasta la superficie 14

388247

10



y forman una pluralidad de lóbulos de base radiales
alrededor del enchufe 22. Cuatro de los lóbulos de
base se enumeran 26 a 29 en las FIGURAS 1 y 2. El nú-
5 mero de lóbulos que se emplea depende de las condicio-
nes de funcionamiento del dispositivo tal y como se
describirá a continuación. En esta modalidad se em-
plean veinticuatro lóbulos incluyendo los lóbulos de
base 26 a 29. La profundidad de difusión de la región
10 de base 24 por debajo de la superficie 14 depende de
la frecuencia de funcionamiento máxima propuesta.
Apropiadamente, la región de base 24 es entre 0.25
y 1.0 micrones de profundidad para operaciones de mi-
croonda. Una región de contacto de base 25 poco pro-
funda del tipo P+ se coloca dentro de cada lóbulo de
15 base 26 a 29 a fin de proporcionar un buen contacto
de base óhmico y reducir al mínimo la resistencia de
dispersión de base R_{bb} .

El perfil de difusión del transistor
10 se completa como una región del emisor 30 de tipo
20 N que se coloca dentro de la región de base anular
24. En la FIGURA 1, el círculo concéntrico interno,
una porción del cual se muestra con puntos, repre-
senta la periferia externa de la región del emisor
30. La región del emisor 30 consiste de un anillo
25 del emisor 32 que rodea los extremos exteriores de

388247



los lóbulos de base incluyendo los lóbulos 26 a 29, y una pluralidad de porciones en forma de cuña que se extienden desde el anillo del emisor 32 hacia el enchufe 22 y entre los lóbulos de base adyacentes. En las FIGURAS 1 y 2, dos de las cuñas del emisor se numeran 34 y 35; la cuña del emisor 34 se coloca entre los lóbulos de base 26 y 27, la cuña del emisor 35 se coloca entre los lóbulos de base 28 y 29. Apropriadamente, la región del emisor 30 se extiende hasta una profundidad de entre 0.127 y 0.889 micrones debajo de la superficie 14.

El transistor 10 incluye asimismo medios para hacer contacto óhmico con el colector, con los lóbulos de base 12 y con el anillo del emisor. Observando la FIGURA 2, el revestimiento aislante 13 tiene una abertura anular 36 que expone una porción del anillo del emisor 32 en la superficie 14. El contacto del emisor se proporciona mediante un anillo de metal de alta conductividad 38 que se coloca a través de la abertura 36 y hacia una porción del revestimiento 13. Un par de almohadillas de unión del emisor 39 y 40 se colocan a través de una porción de revestimiento 13 quedando tangentes al anillo de metal 36 en los puntos opuestos del anillo. Apropriadamente, el anillo de metal 38 y las almohadillas de unión 39

388247



5 y 40 pueden consistir de una capa de un metal no re-
fractario altamente conductor tal como aluminio o un
metal refractario tal como tungsteno. El grueso del
contacto del emisor no es crítico; a modo de ejemplo,
el anillo 38 y las almohadillas de unión 39 y 40 pue-
den ser de un grueso de entre 0.5 y 3 micrones.

10 El revestimiento aislante 13 tiene
también una pluralidad de hendeduras con cada hende-
dura exponiendo una porción de un lóbulo de base de
la región de base 24 en la superficie 14. En las FIGU-
RAS 1 y 2, dos de las hendeduras se enumeran 42 y 43
y exponen porciones de los lóbulos de base 26 y 27,
respectivamente, en la superficie 14. Una capa de-
15 contacto de base de metal circular 44 se coloca a tra-
vés del revestimiento aislante 13 y a través de las
hendeduras para proporcionar un contacto óhmico con
la región de base anular 24 en cada lóbulo de base.
De preferencia, la capa de contacto de base 44 se ex-
20 tiende solamente hacia el extremo externo de las hen-
deduras incluyendo las hendeduras 42 y 43. La capa
de base puede también consistir de aluminio o de
tungsteno. Apropiadamente la capa 44 es también de
un grueso entre 0.5 y 3 micrones.

25 El contacto óhmico con la región del
colector se proporciona mediante una capa de metal

388247



46 colocada sobre la superficie inferior del substrato 18 del tipo N+.

5 La modalidad preferida del transistor puede fabricarse de la siguiente manera. El material semiconductor de partida de preferencia consiste de una pastilla de silicio de tipo N altamente adulterada que tiene una resistividad de aproximadamente 0.015 ohmio-centímetro. La región del colector 20 del tipo N luego se desarrolla epitaxialmente sobre la pastilla del tipo N+; apropiadamente la capa epitaxial es de un grueso entre 5 y 10 micrones y tiene una resistividad de 1.0 ohmio-centímetro. El método de desarrollo epitaxial es ya bien conocido en el arte y no se describe en la presente.

15 Se desarrolla luego térmicamente un revestimiento aislante de dióxido de silicio a través de la superficie superior de la capa epitaxial. La superficie se trata con un material fotorresistente apropiado, se enmascara se expone y se revela para dejar un área no protegida del óxido que corresponde a la región de base anular 24. La pastilla luego se trata con un material de grabar apropiado para remover el óxido no protegido. Luego, la pastilla se coloca en un horno de difusión de boro y se trata con nitruro de boro a fin de difundir la región de base

388247



anular hacia la capa epitaxial del colector. La profun-
didad de difusión final depende de la escala deseada
de funcionamiento de frecuencia. Durante la etapa de
difusión de base, se desarrolla un revestimiento de
5 óxido de un grueso de aproximadamente 0.5 micrones a
través de la superficie expuesta de la capa epitaxial
y las porciones restantes del revestimiento de óxido
original. El óxido se somete a una segunda secuencia
de material fotorresistente, máscara, exposición y
10 grabado a fin de remover aquellas porciones del óxi-
do que corresponden a la región de contacto de base
25. La región de contacto de base 25 poco profunda
de tipo P+ se difunde luego hacia cada lóbulo de ba-
se. El óxido se somete luego a una tercera secuencia
15 de material fotorresistente, máscara exposición y
grabado a fin de remover aquellas porciones del óxi-
do que corresponden al anillo del emisor 32 y las cu-
ñas del emisor incluyendo las cuñas 34 y 35. La pas-
tilla se coloca luego en un horno de difusión y se
20 trata con una solución de fósforo a fin de difundir
la región del emisor 30 hacia la región de base anu-
lar 24. El número de cuñas del emisor que se emplea
depende de la salida de potencia deseada y la frecuen-
cia de funcionamiento propuesta. Por ejemplo una po-
25 tencia más elevada requiere que se usen más cuñas del

388247



emisor.

Después de la difusión del emisor, se deposita óxido adicional sobre la porción expuesta de la superficie de la capa epitaxial y el óxido restante.

5 Una tercera secuencia de material fotorresistente y de grabar abre la abertura del emisor 36 y las hendeduras del contacto de base incluyendo las hendeduras 42 y 43. Se deposita luego una capa de aluminio de tungsteno sobre toda la superficie del revestimiento de óxido

10 y la superficie inferior de la pastilla mediante uno de los métodos bien conocidos en el arte. Una secuencia final de material fotorresistente y de grabado remueve el metal no deseado de la superficie 14 y define el anillo de contacto del emisor 38, las almohadillas de unión del emisor 39 y 40 y la capa de contacto de base 40 y 44. El dispositivo luego puede colocarse en un paquete y los alambres conductores pueden unirse en las almohadillas de unión del emisor 39 y

15 40 y la capa de contacto de base 44.

20

EJEMPLO II

Se muestra en las FIGURAS 3 y 4 una segunda modalidad del transistor. El transistor 50 es

25 semejante al transistor 10 de las FIGURAS 1 y 2 con la

388247



excepción de que se omite el anillo del emisor 32 y las estructuras de contacto de base y del emisor se modifican para facilitar el contacto con las cuñas del emisor separadas. El transistor 50 incluye un substrato 18 de tipo N+, una región del colector 20 del tipo N que tiene un enchufe 22 que se extiende hasta la superficie 14 y una región de base anular 24 con porciones de la base extendiéndose hasta la superficie formando una pluralidad de lóbulos radiales alrededor del enchufe. Cuatro de los lóbulos de base se enumeran 26 a 29 en las FIGURAS 3 y 4.

El transistor 50 incluye una región del emisor que comprende una pluralidad de cuñas de tipo N separadas colocadas en la base anular 24 entre los lóbulos de base adyacentes. Dos de las cuñas del emisor se enumeran 55 y 56 en las FIGURAS 3 y 4, que están colocadas entre los lóbulos de base 26-27 y 28-28, respectivamente.

Un revestimiento aislante 53 de dióxido de silicio se coloca a través de las porciones de la superficie 14. El revestimiento 53 tiene una pluralidad de hendeduras de contacto de base, con cada hendedura exponiendo una porción del lóbulo de base en la superficie 14. En las FIGURAS 3 y 4, dos hendeduras se enumeran 42 y 43, y exponen las porciones de los

388247

10



l6bulos 26 y 27, respectivamente. El revestimiento 53
tiene asimismo una pluralidad de aberturas de contac-
to del emisor con cada abertura exponiendo porciones
de cada cuña del emisor en la superficie 14. En el di-
5 bujo, dos de las aberturas del emisor se enumeran 58
y 59 y exponen porciones de las cuñas del emisor 55 y
56, respectivamente.

Se hace contacto 6hmico con las cuñas del
emisor de una manera semejante a aquella que se descri-
10 be en lo que antecede en la modalidad preferida con la
excepci6n de que una pluralidad de "lengu6etas" de metal
se extienden desde el anillo de contacto de metal 38 y
a trav6s del revestimiento 53 para hacer contacto con
las cuñas del emisor a trav6s de la abertura del emi-
15 sor correspondiente. En las Figuras 3 y 4, una lengüeta
numerada 60 hace contacto con la cuña del emisor 56 a
trav6s de la abertura del emisor 59. El contacto de ba-
se 6hmico es asimismo semejante a la modalidad preferi-
da con la excepci6n que la capa circular de contacto
20 de base 62 del transistor 50 incluye una pluralidad de
lengu6etas de contacto de base con cada lengüeta exten-
di6ndose hasta el extremo de la hendedura de base co-
rrespondiente. Una de las lengüetas de contacto de ba-
se se numera 64 en las FIGURAS 3 y 4.

25 Alternativamente, puede emplearse con

388247

10



5 quede por encima directamente de los contactos de base. Esto da por resultado una inductancia del conductor de base baja haciendo el diseño ideal para un transistor de base común. Además colocando la capa de contacto de base en el centro del dispositivo ayuda a reducir la temperatura en el centro la cual, mediante traslado térmico (infrarrojo) exhibe la mayor temperatura en los transistores de potencia de radiofrecuencia.

10 Se acumulan ventajas adicionales empleando otras técnicas bien conocidas por aquellas personas expertas en el arte en el diseño de los transistores de potencia de alta frecuencia. Por ejemplo, el dispositivo es compatible con la tecnología de
15 "pastilla basculadora" existente o puede usarse una estructura de células múltiples. La difusión poco profunda del tipo P+ a través de las hendiduras del contacto de base, permite que las cuñas del emisor se separen más cerca entre sí para aumentar la
20 relación de la periferia del emisor al área de la base. Asimismo, aún cuando se ha descrito un dispositivo del tipo NPN queda dentro de la espera de diseño presente un dispositivo complementario de tipo PNP.

25 La presente solicitud que correspon-

388247



de a la presentada en los Estados Unidos de América,
el 20 de Febrero de 1970, bajo el Nº 13.120 se acoge
a los beneficios del Artículo 51 del vigente Estatuto
sobre Propiedad Industrial.

5

- REIVINDICACIONES -

10

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 que se recogen en las reivindicaciones siguientes:

1ª.- Un dispositivo semiconductor que comprende un cuerpo semiconductor cristalino con una superficie principal teniendo una porción central en el mismo, caracterizado por una región del colector dentro del cuerpo que tiene un enchufe que se extiende hasta la superficie que incluye la porción central, una región de base anular colocada adyacente a la re-

3.5.73

- 17 -

388247



gión del colector y alrededor del enchufe, porciones de la región de base que se extienden hasta la superficie que forman una pluralidad de lóbulos radiales alrededor del enchufe, una región del emisor que comprende un anillo que rodea los extremos de los lóbulos de base, y porciones en forma de cuña que se extienden desde el anillo hacia el enchufe y entre los lóbulos de base adyacentes y medios para hacer contacto óhmico con la región del emisor, la región de base y la región del colector.

10 2ª.- Un dispositivo según la reivindicación 1ª, en donde el medio para hacer contacto óhmico con la región del emisor comprende un revestimiento aislante sobre la superficie que tiene una abertura que expone porciones del anillo del emisor en la superficie, una capa de contacto de metal que hace contacto óhmico con el anillo del emisor a través de la abertura y un par de almohadillas de unión de metal en el revestimiento contiguas a la capa de metal.

15 3ª.- Un dispositivo según la reivindicación 1ª, en donde el medio para hacer contacto óhmico con la región de base comprende un revestimiento aislante sobre la superficie que tiene una pluralidad de hendeduras, cada hendedura expone una porción de un lóbulo de base correspondiente en la superficie, y una capa de metal colocada sobre una porción de revestimiento y a

25



través de las hendeduras.

5 4ª.- Un dispositivo según la reivindicación 3ª, que incluye además una región de alta conductividad poco profunda dentro de cada lóbulo de base del mismo tipo de conductividad que la región de base citada.

10 5ª.- Un dispositivo semiconductor que comprende un cuerpo semiconductor cristalino con una superficie principal teniendo una porción central en la misma, regiones del emisor de la base y del colector en el cuerpo, y un medio para hacer contacto óhmico con cada una de las regiones del emisor de base y del colector, que está caracterizado en que la región del colector tiene un enchufe que se extiende hasta la
15 superficie que incluye la porción central, la región de base es anular y queda adyacente a la región del colector y alrededor de las porciones de enchufe de la región de base que se extienden hasta la superficie con una pluralidad de lóbulos radiales alrededor del
20 enchufe, y el emisor comprende una pluralidad de regiones del emisor en forma de cuña adyacentes a la región de base, cada región del emisor en forma de cuña se extiende hacia el enchufe y entre los lóbulos de base adyacentes.

25 6ª.- Un dispositivo semiconductor.

388247



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.

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

10 MAYO 1973

Madrid,

10

P.A.

Alberto de Lizasoain
Por Poder

15

20

25

3.5.73
EAS.-

388247

10 MAR 1972

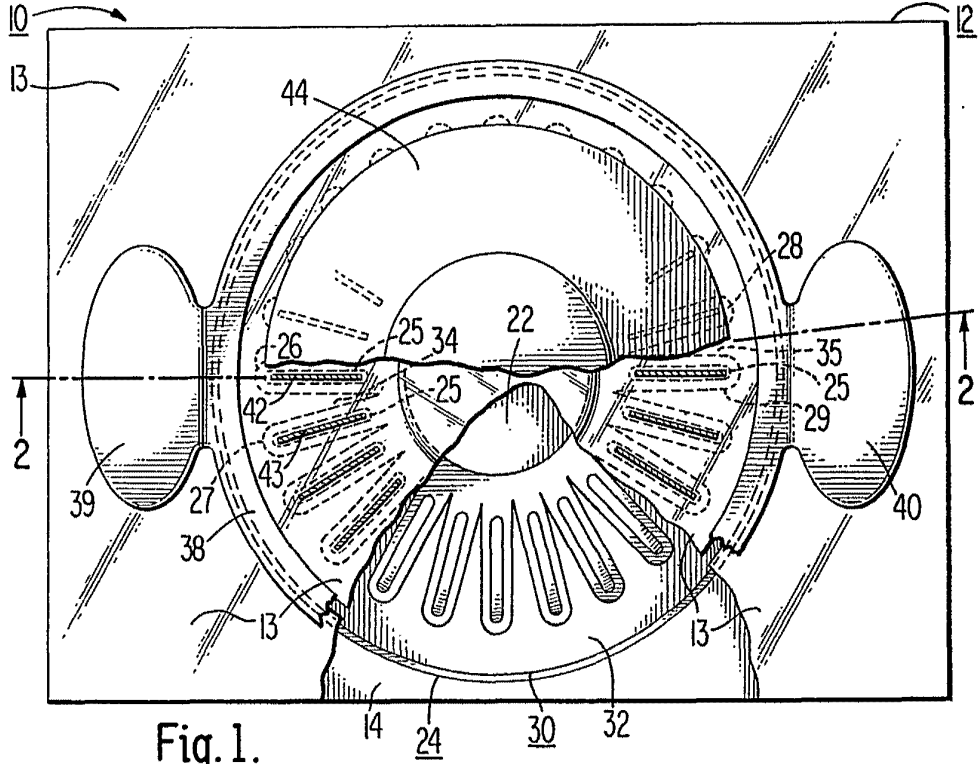


Fig. 1.

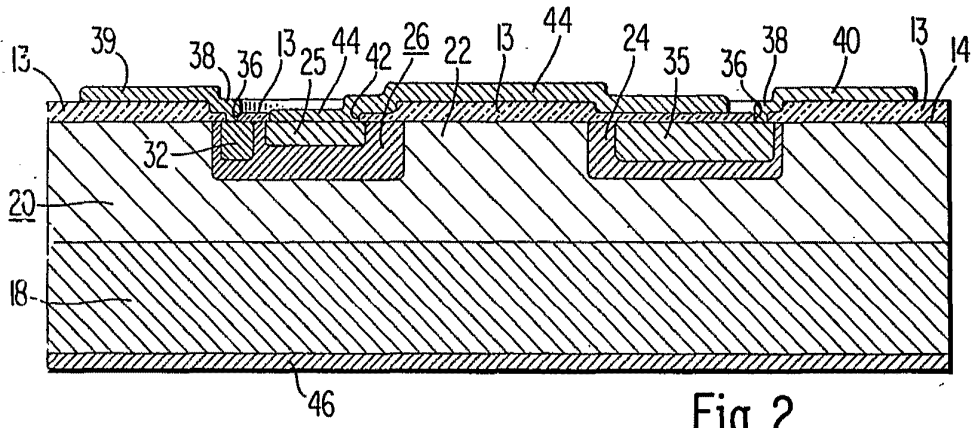


Fig. 2.

Alberto de Eizaburu
Pat. Federa.

388247

10

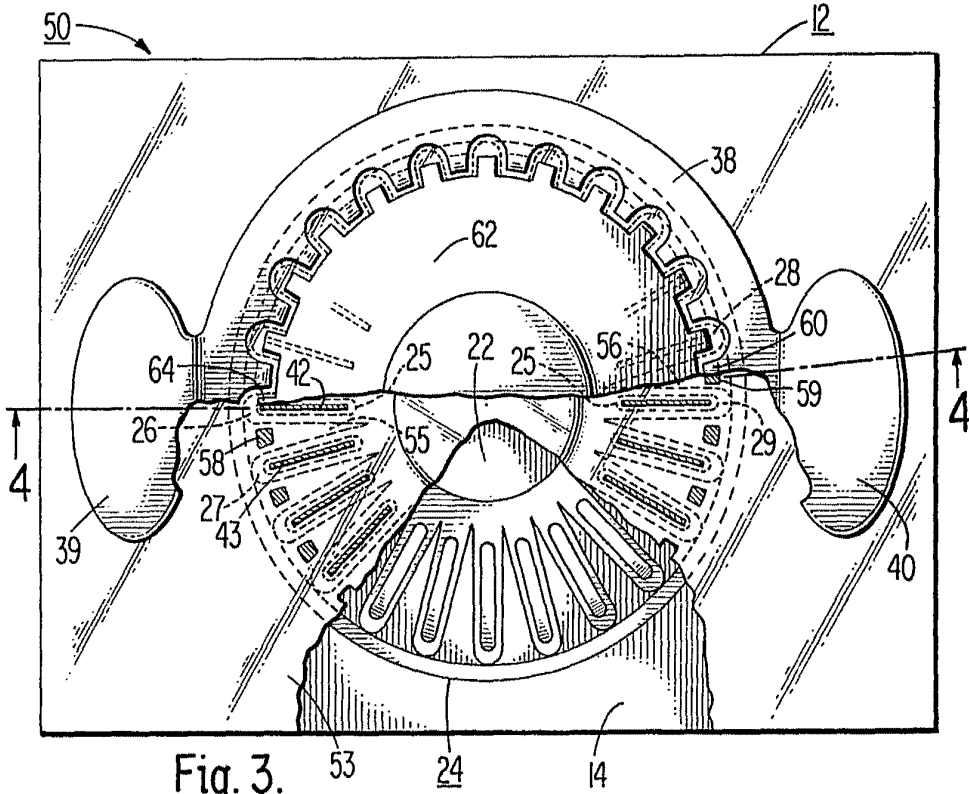


Fig. 3.

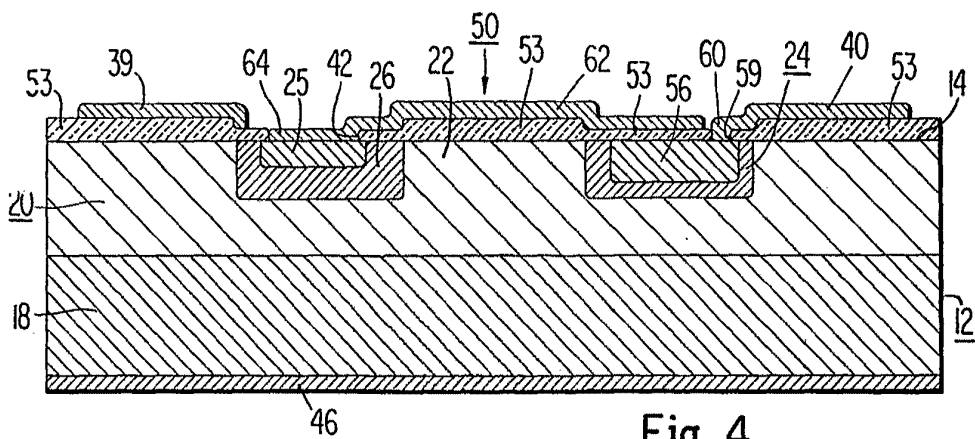


Fig. 4.

Alberto de Fioresi
Per. P. 100