

270774

P.- 21.387

PH 16.600



20

20 ENE 1982

MEMORIA DESCRIPTIVA

para solicitar

PATENTE DE INVENCION

en

ESPAÑA

por VEINTE años

a nombre de N.V. PHILIPS' GLOBILAMPENFABRIEKEN, entidad holandesa, establecida en Emmasingel 29, Eindhoven, Holanda, por:

"METODO DE FABRICACION DE DISPOSITIVOS SEMICONDUCTORES"

La invención se refiere a un método de fabricación de dispositivos semiconductores, tales como transistores y diodos a cristal, método en que una verilla o barra de material semiconductor es dividida transversalmente a su dirección longitudinal en placas que sucesivamente son cortadas en la dirección del grosor para obtener discos. Aplicando los electrodos los discos pueden ser luego trabajados para obtener dispositivos semiconductores.

10

Es práctica común dividir las placas haciendo dos

22077-20 E



series de cortes paralelos y ortogonales respectivamente en
discos rectangulares o cuadrados. También es conocido hacer
cortes circulares en las placas, de modo que se obtienen dis-
cos circulares. En ninguno de estos casos es posible utilizar
5 completamente las placas usualmente de conformación circular
o elíptica. Cuando se cortan discos rectangulares o cuadrados
se producen pérdidas particularmente a lo largo de los bordes
externos de las placas cuando se cortan discos circulares tales
pérdidas quedan implicadas, además, entre los mismos discos.
10 Estas pérdidas son mayores cuando menor en el número de discos
que deben ser cortados de una placa.

Se ha propuesto hacer barras de material semiconductor
de una delgadez tal que cada una de las placas obtenidas de
las mismas sea adecuada para fabricar un dispositivo semicon-
ductor. Con este método solamente se producen pérdidas duran-
15 te el aserrado de las placas. Sin embargo, una desventaja con-
siste en que el precio de las barras semiconductoras está de-
terminado en su mayor parte por el tiempo durante el cual está
ocupado el aparato para la fabricación. Con los métodos de fa-
20 bricación convencionales, por ejemplo con la purificación zo-
nal flotante o no flotante y el crecimiento del cristal, dicho
tiempo depende poco solamente del grosor de las barras, de mo-
do que una barra delgada es mucho más costosa por unidad de pe-
so que una barra gruesa.

25 La invención se basa en el reconocimiento del hecho de
que la conformación rectangular o circular de los discos para
los diferentes dispositivos semiconductores no es necesaria y
aún puede ser desfavorable.

De acuerdo con la invención las placas son divididas en
30 sectores mediante cortes radiales, sectores que son traba-



370774 20

5 jados para obtener dispositivos semiconductores. Debería notarse que las palabras "radial" y "sectores" no son usadas en la presente en un sentido estrictamente matemático, sino que deberían ser consideradas en el mismo sentido con placa de conformación aproximadamente circular o elíptica o con placas circulares.

10 La placa puede ser dividida en sectores antes de realizar los restantes tratamientos para obtener dispositivos semiconductores, por ejemplo tratamientos de difusión, aplicación de electrodos y procedimientos de morficación o procedimientos de amolado. Sin embargo, de acuerdo con la invención las placas son divididas en sectores preferentemente después que estas placas son provistas con las partes componentes de los dispositivos semiconductores. Estas partes son por ejemplo, zonas semiconductoras de un tipo de conductividad o una conductividad diferente de la de las placas, electrodos y cavidades u otras partes conformadas en forma especial, que pueden ser obtenidas, por ejemplo por morficación o amolado. Preferentemente estas partes son dispuestas sobre las placas simétricamente.

15 20 25 30 Debería mencionarse que es conocido en la fabricación de dispositivos semiconductores proveer una placa o tira de material semiconductor con tales partes y dividir las luego en discos. Usualmente estas partes son aplicadas en disposición en serie y las placas o tiras son cortadas perpendicularmente a la dirección de las hileras. Sin embargo, si las placas son cortadas en sectores después de haber sido provistas con partes, puede obtenerse unas mejoras en varios aspectos en el

270774

2015



procedimiento de fabricación, mediante una coordinación eficaz de las partes y los cortes; esto será explicado más detalladamente más adelante con referencia a los ejemplos.

5 En una realización preferida de la invención, pueden aplicarse electrodos de modo que sobre un sector están provistos al menos dos electrodos a distancias diferentes de la punta del sector, estando el más grande de los electrodos a una distancia mayor desde este punta que el electrodo más pequeño.

10 Por lo tanto, la invención es particularmente adecuada para ser usada con dispositivos semiconductores que tienen tal configuración lo que es el caso en rectificadores controlables.

15 Sin embargo, la invención también puede ser aplicada a la fabricación de dispositivos semiconductores, en que la forma de los electrodos es de importancia secundaria, por ejemplo siodos a difusión.

20 La invención y otras realizaciones preferidas de la misma serán descritas más detalladamente con referencia a unos pocos ejemplos ilustrados en los dibujos.

25 Las figuras 1 y 2 muestran dos barras de material semiconductor, que constituyen el material de partida, en una vista en perspectiva.

 Las figuras 3 a 8 ilustran la manera en que pueden cortarse los sectores de una placa.

30 Las figuras 9 a 14 y la fig. 16 muestran varias etapas de la fabricación de un rectificador controlable en una vista en corte.

 La figura 15 es una vista en planta del dispositi-

vo de la figura 16. y

270774

20



La figura 17 es una vista desde abajo de este dispositivo.

5 La figura 18 muestra un rectificador controlable en una vista en perspectiva.

Las figuras 19 a 25 muestran las distintas etapas de fabricación de un rectificador a difusión.

10 El material de partida para la fabricación de dispositivos semiconductores usualmente está formado por barras semiconductoras 1 con una sección aproximadamente circular, de la clase mostrada en la figura 1, barras que pueden ser obtenidas extrayendo una semilla desde una masa fundida o por fusión zonal flotante. Tales -
15 barras pueden consistir, por ejemplo, de germanio o silicio; ellas pueden contener las así llamadas impurezas activas que determinan su conductividad o su tipo de conductividad. Una varilla 2 con un perfil más o menos elíptico y que puede ser obtenida, por ejemplo mediante un procedimiento de purificación zonal en un
20 crisol es mostrada en la figura 2.

De tales barras se hacen placas 3 y 4 aserrándolas perpendicularmente a su dirección longitudinal. Estas placas 3 son trabajadas para obtener pequeños discos haciendo cortes radiales 5, como se indica en orden de sucesión en las figuras 3, 4 y 5; así son obtenidos discos en forma de sector 6, que tienen ángulos
25 centrales de 120° , 90° y 60° respectivamente.

30 Con fines de comparación, estas figuras 3, 4 y 5 muestran mediante un rayado transversal las pérdidas de material involucradas al cortar discos circulares o cua-



drados de tamaño comparable, indicados en líneas pun-
teadas.

5 Los cortes radiales pueden ser hechos, por ejem-
plo, mediante aserrado o amolado o por mordicación o
fractura.

10 Placas no circulares de la clase que pueden ser
aserradas de las barras mostradas en la figura 2 pue-
den ser divididas en sectores de la manera ilustrada
en las figuras 6 a 8. También en estas figuras están
indicadas con fines de comparación, las pérdidas de
material, que ocurrirían si se cortaran discos circu-
lares o cuadrados de estas placas.

15 Aunque de esta manera puede obtenerse una econo-
mía de material, pueden obtenerse otras ventajas en
casos particulares.

Un primer ejemplo puede ser un así llamado recti-
ficador controlable.

20 El producto de partida es una barra de silicio 1
de conductividad del tipo n, con un diámetro de 18 mm.
y una resistividad de 20 Ohm. cm. De esta barra son
aserradas placas 11 de un grosor de 300 μ , siendo ca-
lentadas estas placas en un horno a 1.200°C en alúmina
en polvo (Al_2O_3) durante cinco horas, de modo que se
25 obtiene una capa superficial 12 de conductividad de ti-
po p de un grosor de 40 μ que es esquemáticamente mos-
trada en la figura 9. Este procedimiento es realizado
en un espacio libre de oxígeno, por ejemplo en hidró-
geno. Inmediatamente después se realiza un calenta-
miento transitorio en presencia de una pequeña cantidad
30 de oxígeno, de modo que sobre la capa 12 se forma una



capa delgada de sílice 13 (figura 10).

5 Dos partes de la superficie del disco son luego recubiertas con una capa de cera Apiezon, esto es una parte circular 15 en el centro 14 sobre la superficie superior y la parte a lo largo del borde y sobre la superficie de fondo, de modo que solamente una capa periférica anular 16 sobre la superficie superior queda descubierta (fig. 11).

10 La placa 11 es modificada luego en hidrófluo-ru-ro concentrado, de modo que es eliminada la capa de óxido en 16. Subsecuentemente es eliminada la cera Apiezon (fig. 12.).

15 La placa 11 es luego calentada durante una hora en una atmósfera que contiene fósforo, de modo que solamente en el área de la tira periférica anular 16 se forma una capa semiconductor 17, que tiene conductividad de tipo n. Así que aquellas partes del disco que están recubiertas con sílice, están protegidas contra el ataque del fósforo (fig. 13).

20 La placa 11 es nuevamente modificada en un baño de hidrófluo-ru-ro concentrado, de modo que son eliminadas las partes restantes de la capa de óxido 5 (fig. 14).

25 La placa es luego introducida en un molde o plantilla (no mostrada) y es provista con tres círculos de seis electrodos cada uno. A la parte 17, que tiene conductividad de tipo n, son aleados seis electrodos 18. El segundo círculo de seis electrodos 19 es aleado concentricamente a los electrodos 18 a aquella parte central de la superficie superior del disco 1 que tiene conductividad de tipo n. Finalmente otros seis electrodos 20 son alea-



dos a la superficie inferior del disco. Todos estos
 electrodos 18, 19 y 20 consisten de una aleación de plo-
 mo que contiene 1% de níquel, esta aleación provee un
 contacto neutro en este caso, lo que significa un con-
 5 tacto que no tiene efectos rectificadores ni sobre el
 material de conductividad de tipo p ni sobre el material
 de conductividad de tipo n (ver figs. 15, 16 y 17).

Los electrodos son aleados por ejemplo en una
 atmósfera de hidrógeno a una temperatura de 1000° C
 10 durante 5 minutos. El cuerpo semiconductor y las can-
 tidades de material de aleación preferentemente son
 calentados primero separadamente y luego puestos en
 contacto entre sí.

Al mismo tiempo los electrodos 20 son recubiertos
 15 con placas en forma de sector 21 de molibdeno, que pri-
 mero han sido recubiertas con cobre y luego con
 material que tiene aproximadamente el mismo coeficien-
 te de expansión que el silicio y tiene una conductivi-
 dad térmica elevada. A los electrodos 19 y 20 son asegura-
 20 dos electrodos 19 y 20 son asegurados conductores de -
 alimentación 22 y 23.

Los seis rectificadores controlables formados so-
 bre el disco 11 pueden ser luego separados uno del otro.
 Esto puede realizarse, por ejemplo, ranurando con la
 25 ayuda de un diamante a lo largo de las tres líneas cen-
 trales entre los electrodos y quebrando luego el disco.
 El disco puede ser aserrado o cortado por medios super-
 sónicos.

El rectificador así obtenido es mostrado en una
 30 vista en perspectiva en la figura 18. Este dispositivo



74 20

puede ser colocado de una manera convencional en una envoltura.

5 De lo que antecede será evidente que no solamente se evitan así tanto como es posible pérdidas de material de la placa 11, sino también que la aplicación de las capas semiconductoras 12 y 17 y la aleación de los electrodos para los seis rectificadores controlables, requiere solamente un poco más de tiempo que la fabricación de uno de estos rectificadores.

10 Otro ejemplo de un dispositivo semiconductor que puede ser exitosamente fabricado por el método de acuerdo con la invención es un diodo a difusión, lo que será evidente de la siguiente descripción.

15 De una barra de silicio de tipo p con una resistencia de 200 Ohm. cm. y un diámetro de 22 ms. son aserradas placas 30 con un grosor de 500 μ (fig. 19).

20 Estas placas son tratadas en presencia de fósforo y oxígeno durante 16 horas a una temperatura de 1280° C. de modo que en la superficie se forma una capa de silicio de tipo n 31 con un grosor de aproximadamente 50 μ . Al mismo tiempo se forma en la superficie una película 32 de dióxido de silicio y pentóxido de fósforo.

25 La placa es luego restregada en la superficie superior en grado tal que la película 32 y la capa de silicio son localmente eliminadas (ver fig. 20).

30 La placa 30 es calentada nuevamente en presencia de tricloruro de boro BCl_3 y nitrógeno a 1280° C durante 16 horas, de modo que en el lado superior se forma una capa de silicato ohmicamente baja 33 de conductividad de tipo p, que tiene un grosor de 50 μ , mientras

270774



que la capa de silicio de tipo n 31 se difunde más, basta una profundidad de aproximadamente 75 μ . El boro substancialmente no penetra a través de la capa de óxido 32.

5 Luego los dos lados de las placas 30 son restreñados, particularmente en el lado de fondo a fin de eliminar la película 32, de modo que finalmente se forma una placa de aproximadamente 400 μ de grosor con una estructura p + - p-n+ (ver figura 21).

10 La placa es luego introducida en un así llamado baño niquelador "sin electrodos" de la clase descriptiva por A. Brenner y G.E. Rissell en "Proceedings of the Electroplaters Society" Junio 1.946, páginas 23-33 y Junio 1.947 páginas 156-170, baño que contiene:

15

Cloruro de níquel $NiCl_2$ 6 aq	30 grs.
Hidrofosfuro de sodio NaH_2PO_2	10 grs.
Cloruro de amonio NH_4Cl	50 grs.
Citrato de sodio $NaC_6H_5O_7$ 5.5 aq	100 grs.
Agua hasta	1000 grs.

20

El porcentaje de acidez es entre 8 a 9.

25 La placa 30 es dejada en este baño, que es mantenido a 90° C durante aproximadamente 15 minutos; ella es rodeada entonces por una capa de níquel, cuya adhesión al silicio es mejorada calentándola a 700° C durante una hora (figura 22).

30 La placa es luego colocada entre dos matrices de goma 35 que se vinculan en el lado superior y el lado de fondo, pero deja libre el borde; la placa es luego tratada en un baño mordicante que contiene HF y HNO_3 -

270774



concentrado (ver figura 23). En este baño la placa 30 es librada de las partes periféricas de la capa 31 de silicio de tipo n y de los bordes de la capa de níquel 34 y de residuos de óxido de la capa 32 (ver figura 24).

5

La placa es luego aserrada, por ejemplo en cuatro sectores (ver figura 25), que entonces pueden ser provistos con miembros de suministro de corriente de una manera convencional, lo que no es esencial para la presente invención.

10

También en este caso se encontró que usando la forma de sector solamente están involucradas pérdidas pequeñas de material.

Esta solicitud que corresponde a la presentada en Holanda con fecha 29 de Septiembre de 1960, bajo el número 256.387, se acoge a los beneficios del artículo 51 del vigente Estatuto sobre Propiedad Industrial.

15

20

- 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 por VEINTI años, son los siguientes:

25

1º. - Método de fabricación de dispositivos semiconductores, por ejemplo transistores y diodos a cristal, en que una barra de material semiconductor es dividida transversalmente a su dirección longitudinal en

30

270774



placas, que son luego cortadas transversalmente en la
dirección del grosor para obtener discos, caracterizado
por el hecho de que las placas son divididas en secto-
res practicando cortes radiales, sectores que son some-
5 tidos al restante tratamiento para obtener dispositivos
semiconductores.

2ª. Método de acuerdo con la reivindicación 1,
caracterizado por el hecho de que las placas son di-
vididas en sectores después que ellas han sido pro-
10 vistas con partes componentes de los dispositivos se-
miconductores.

3ª. - Método de acuerdo con la reivindicación 2,
caracterizado por el hecho de que dichas partes compo-
nentes están simétricamente dispuestas sobre las pla-
15 cas.

4ª. - Método de acuerdo con la reivindicación 1
o cualquiera de las otras reivindicaciones, caracteri-
zado por el hecho de que un sector es provisto con al
menos dos electrodos a distancias diferentes de la pun-
20 ta del sector y que el mayor de los electrodos está a
una distancia mayor de esta punta que el electrodo más
pequeño.

5ª. - Método de acuerdo con la reivindicación 1 o
cualquiera de las restantes reivindicaciones, caracteri-
25 zado por el hecho de que un sector es sometido al res-
tante tratamiento para obtener un rectificador controla-
ble.

6ª. - Método de acuerdo con la reivindicación 1 o
cualquiera de las restantes reivindicaciones, caracteri-
30 zado por el hecho de que un sector es sometido al restan-

270774



te tratamiento para obtener un diodo de difusión

7º. - Método de fabricación de dispositivos semi-conductores.

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

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

10

Madrid, 20 ENE. 1962

P. A.

Alberto de Elzaburu
Por Poder

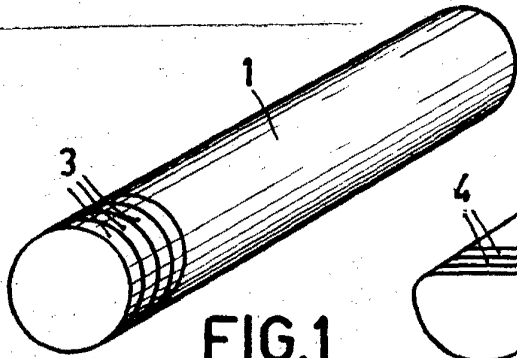


FIG. 1

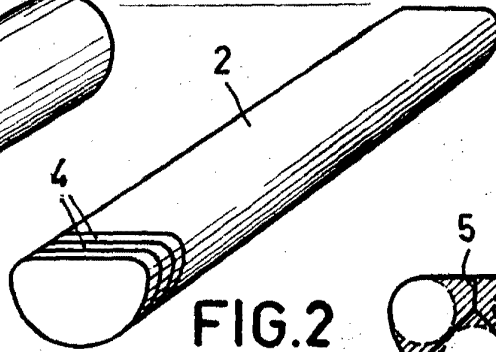


FIG. 2

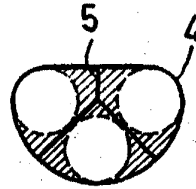


FIG. 6

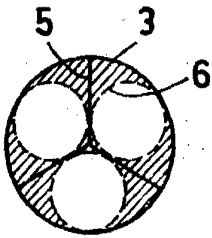


FIG. 3

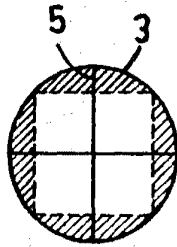


FIG. 4

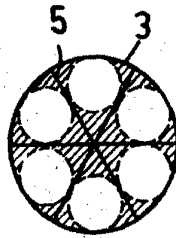


FIG. 5

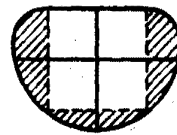


FIG. 7

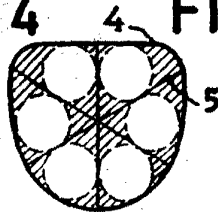


FIG. 8

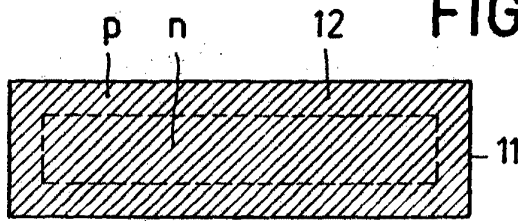


FIG. 9

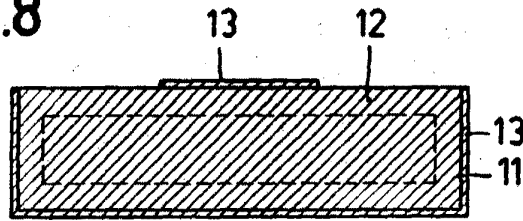


FIG. 12

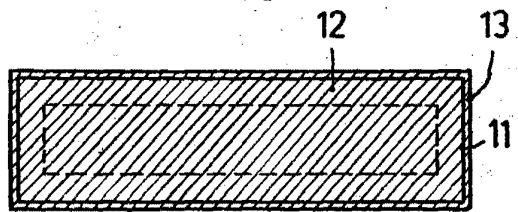


FIG. 10

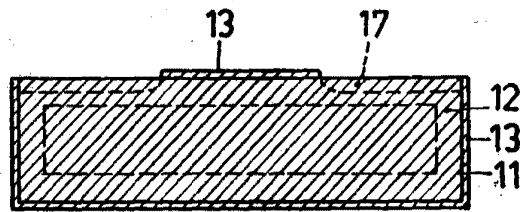


FIG. 13

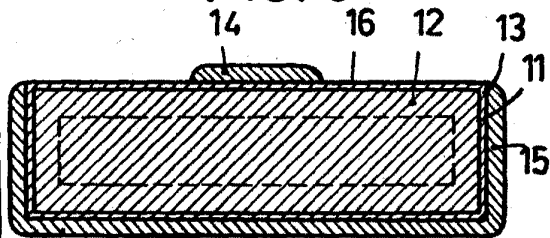


FIG. 11

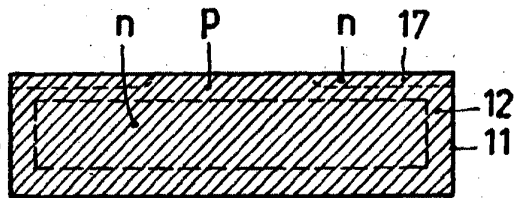


FIG. 14

Handwritten signature or mark.

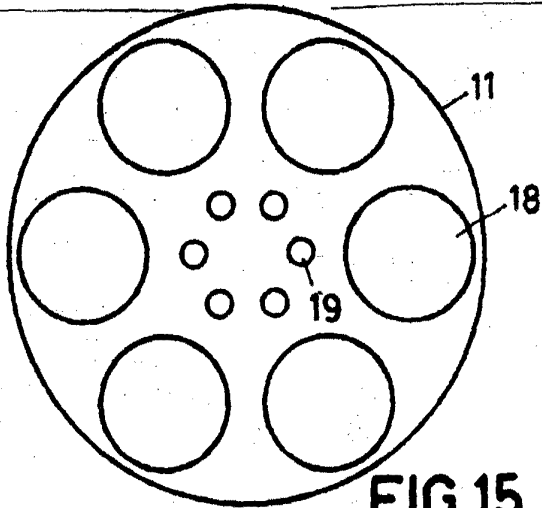


FIG. 15

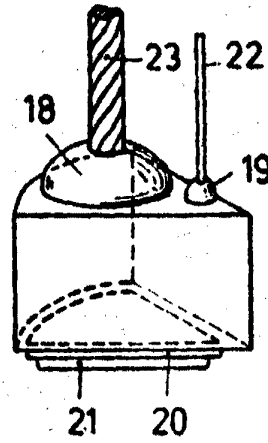


FIG. 18

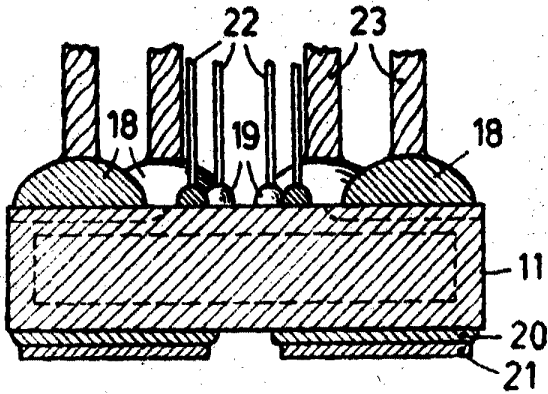


FIG. 16

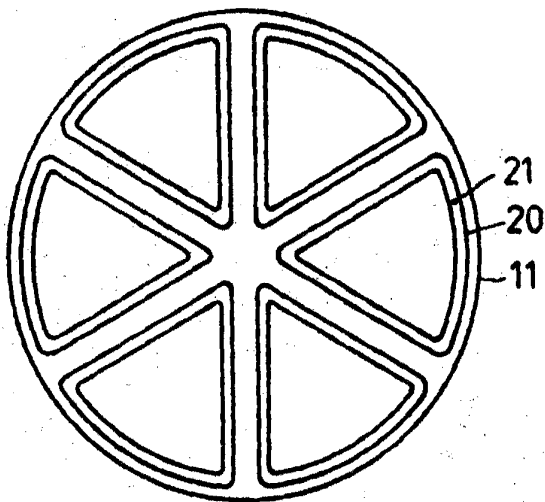


FIG. 17

Handwritten signature or mark.

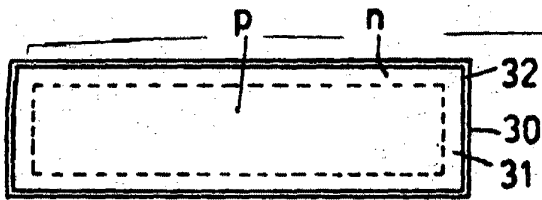


FIG. 19

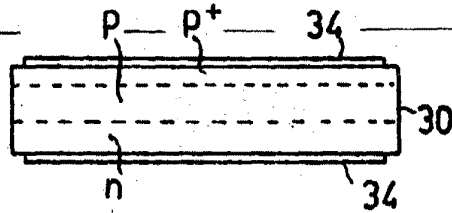


FIG. 24

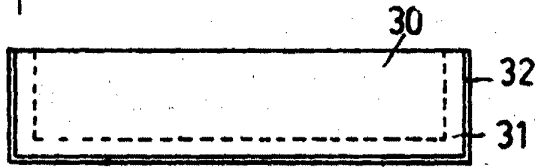


FIG. 20

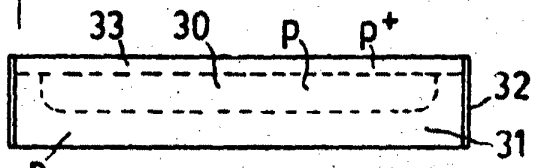


FIG. 21

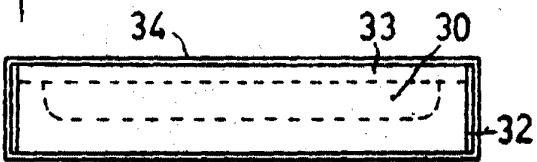


FIG. 22

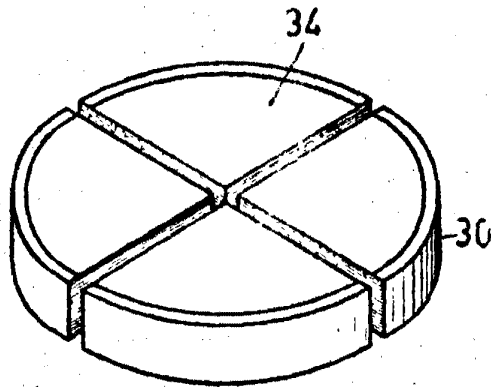


FIG. 25

74

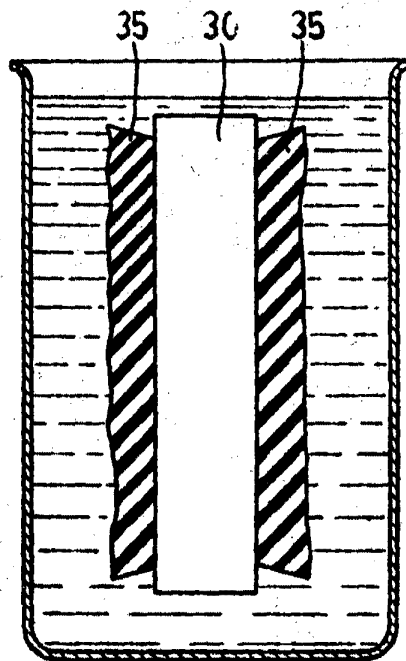


FIG. 23