

25 JUN 1962

P.- 23.084

280 288



PH 17.207
Spain
VDo/AvdH

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 N.V. PHILIPS' GLOEILAMPENFABRIEKEN, entidad holandesa, establecida en Eumasingel 29, Eindhoven, Holanda, por:

"UN DISPOSITIVO TRANSISTOR DE JUNTURA"

La invención se refiere a un transistor de juntura que comprende un cuerpo semiconductor en que una capa de base delgada está intercalada entre dos partes semiconductoras del tipo de conductividad p que forman un emisor y un colector respectivamente, siendo la parte de la capa de base que aparece en la superficie del transistor del mismo orden de grosor que la parte de la capa de base intercalada entre el emisor y el colector.

Son conocidos transistores en que esta configuración es obtenida extrayendo un cristal semiconductor desde una



masa fundida, siendo controladas la temperatura, la razón de extracción y/o la composición de la masa fundida de modo que es producida dicha capa de base delgada entre el emisor y el colector. Un método muy adecuado para obtener esta configuración es aquel en que a un cuerpo semiconductor de tipo de conductividad p está aleada una aleación que contiene dadores y aceptores que son elegidos de modo que la razón de difusión de los dadores excede de la de los aceptores y que la constante de segregación de los aceptores excede de los dadores, siendo tal la disposición que bajo la aleación se produce una capa de base delgada de tipo n por difusión mientras que una capa emisora de tipo p es producida sobre ella por segregación. Tales transistores deben ser distinguidos de los transistores en que la capa de base solamente el emisor y el colector tiene una parte delgada que está rodeada por partes marginales grasas. Los mencionados transistores, por ejemplo, pueden obtenerse aleando a caras opuestas de un cuerpo semiconductor un emisor y un colector respectivamente o produciendo cavidades en caras opuestas de tal cuerpo por mordicación y proveyendo subsecuentemente electrodos en estas cavidades por electrodeposición .

La invención se refiere a tales transistores en que la parte de la capa de base que aparece en la superficie es mucho mas gruesa que la parte intercalada entre el emisor y el colector.

La invención se refiere particularmente a transistores de germanio.

En transistores en que la parte de la capa de base



que aparece en la superficie es muy delgada pueden producirse inestabilidades especialmente si los transistores son usados con fines de conecación. Cuando tales transistores están en la condición no conductora y en la tensión de control ocurren fluctuaciones de tensión que no exceden unos pocos volts, pueden ser pasadas corriente durante periodos de tiempo cortos, lo que da por resultados efectos de conmutación inintencionales. Las tensiones a las que ocurren dichos efectos son mucho menores que las tensiones a que ocurren la ruptura entre el emisor y el colector a través de la partes de la zona de base delgada que aparece en la superficie. Una explicación posible de dichos efectos es que es producida una capa de inversión sobre la parte superficial de la capa de base dependiendo la conductividad de dicha capa de inversión de la tensión entre el emisor y la base y que en el caso de variaciones de tensión alcanza su condición de equilibrio de manera comparativamente lenta.

Un objeto de la presente invención consiste en reducir la probabilidad de que ocurran inestabilidades.

De acuerdo con la invención la parte superficial de la capa de base tiene una zona marginal que es mas delgada que la parte adyacente de la capa de base y se apoya sobre una de las dos partes adyacentes de tipo p.

Con esta medida el camino entre el emisor y el colector, medido a lo largo de la parte superficial de la capa de base, se vuelve mas largo que la separación entre el emisor y el colector medida directamente.

La parte superficial de la capa de base no necesita tener tal zona marginal en toda su longitud. Tal zona

28 288



zona marginal continua puede ser suprimida particularmente con algunos tipos de transistores en que la capa de base tiene partes que aparecen en la superficie en partes separadas del emisor por distancias comparativamente grandes. No es probable que dichas partes de la zona de base produzcan inestabilidades.

La zona marginal preferentemente descansa sobre la parte adyacente que forma el emisor debido a que la presencia de esta zona produce un ligero aumento de la capacitancia entre la capa de base y las partes que soportan la zona marginal. En transistores de la clase bajo consideración, la capacitancia entre la capa de base y el colector preferentemente es mantenida a su valor mínimo.

En una de las realizaciones del transistor de acuerdo con la invención la zona marginal está separada por una ranura de la otra parte adyacente de la capa de base que no soporta la zona marginal. En esta relación debería destacarse que es conocida la provisión de una ranura, por ejemplo por mordicación en el punto en que una juntura p-n en un cuerpo semiconductor aparece en la superficie. Sin embargo, en este método la separación entre las partes adyacentes, medida a lo largo de la superficie, no se vuelve mayor.

El grosor de la capa de base preferiblemente es como máximo 1 micrón.

El método de fabricación de tal transistor se caracteriza por el hecho de que un cuerpo semiconductor en que una capa de base de tipo n está intercalada entre dos partes semiconductoras de tipo p adyacentes y la parte de

28' 288



la capa de base que aparece en la superficie es del mismo orden de grosor que la parte de la capa de base intercalada entre las partes adyacentes, es electroliticamente mordicado, siendo conedada al menos una de las partes
5 del cuerpo al terminal positivo de una fuente de suministro de corriente cuyo terminal negativo está conectado a un cátodo dispuesto en el electrolito, mientras que sobre una de las junturas p-n entre la capa de base y una de las partes adyacentes es mantenida una diferencia de
10 potencial en la dirección inversa.

La declaración que una de las partes del cuerpo semiconductor está conectada al terminal positivo de una fuente de suministro de corriente, comprende el caso en que al menos un elemento de circuito, por ejemplo, un
15 resistor limitador, está incluido en la conexión. Aunque en esta descripción la capa de base generalmente es llamada como tal, ella debe ser considerada como una de las partes del cuerpo.

El método mencionado se basa en el reconocimiento
20 del hecho de que dicha diferencia de potencial hace que la capa de agotamiento de los portadores de minería cerca de dicha juntura se extiende en la capa de base de modo que la parte superficial de la capa de base que contiene la capa de agotamiento, es solo ligeramente atacada por el electrolito. La mencionada diferencia de potencial preferentemente tiene un valor de 1 a 5 volts.
25

La diferencia de potencial puede ser mantenida por una fuente de suministro de corriente separada.

Sin embargo, preferentemente una de las partes de
30 tipo p adyacentes a la capa de base está electricamente



conectada al catodo dispuesto en el electrolito y al terminal negativo de la fuente de amianto de corriente cuyo terminal positivo está conectado a través de un resistor limitador a la capa de base, siendo tal la disposición que se produce entre la mencionada parte de tipo p y la capa de base una tensión en una dirección inversa igual a la tensión de la fuente de suministro de corriente menos la tensión producida sobre el resistor serie. Así es suficiente una única fuente de suministro de corriente mientras que durante la etapa de sordicación, solamente es necesario proveer dos conexiones sobre el transistor. Este método preferentemente se emplea en un transistor cuyo emisor contiene tantos dadores como aceptores y cuya capa de base es producida por difusión, debido a que en tales transistores la capa de base es particularmente delgada.

La invención es particularmente utilizada en transistores en que la etapa de moridicación electrolítica es realizada después que un área de la superficie del cuerpo semiconductor adyacente al emisor es recubierta con un resistor a fin de protegerla contra el ataque por el electrolito mientras que otra area, que se extiende hasta el emisor, es eliminada por moridicación. En los métodos mencionados la capacitancia entre el emisor y la capa de base es reducida al minimo, lo que es una ventaja, pero el camino entre el emisor y el colector medido a lo largo de la superficie de la base se vuelve particularmente corto de modo que en transistores así fabricados es probable que se produzcan inestabilidades.

A fin de que la invención pueda ser facilmente lle-



vada a la práctica, se describirán a continuación realizations de la misma, a título de ejemplo con referencia a los dibujos esquemáticos acompañados, en que

5 las figuras 1, 2, 4 y 5 muestran esquemáticamente un transistor a juntura obtenido mediante un proceso de extracción desde una masa fundida en varias etapas de fabricación.

la figura 3 muestra esquemáticamente una disposición para mordicar dicho transistor,

10 la figura 6 a 11, 13 y 14 muestran esquemáticamente varias etapas de la fabricación de un transistor de aleación, y

las figuras 12 y 15 muestran disposiciones para mordicar tal transistor.

15 la figura 1 muestra un cuerpo semiconductor 1 que comprende dos partes de tipo p 2 y 3 entre las cuales está intercalada una capa de base de tipo n delgada. El grosor de esta capa puede ser, por ejemplo, 5 micrones. Tal cuerpo puede ser cortado de una varilla que es
20 hecha por extracción de una masa fundida y en que al menos una tal capa delgada de tipo n es provista por variación del dopado de la masa fundida y/o de la razón de extracción. Los contactos 5 con propiedades aceptoras son provistos sobre las partes 2 y 3 y un contacto 6 con
25 propiedades dadoras es provisto sobre la capa 4 (figura 2). Debido a que la capa 4 es extremadamente delgada, el contacto 6 generalmente será mas ancho. Así el apoya parcialmente sobre la parte 2 de tipo p. Debido a las propiedades dadoras del contacto 6 el material de la parte 2
30 adyacente al contacto se volverá de tipo n y electrica-



mente considerada, será integral con la capa de base 4.

La manera en que es fabricado tal cuerpo y son provistos los contactos es conocida y no es una característica esencial de la invención. Después que los contactos han sido recubiertos con capas 8 de un resistor de cara, el conjunto es sumergido en una solución al 30% de hidróxido de potasio y la parte 3 es conectada al terminal positivo de una fuente de suministro de corriente 9. El terminal negativo se conecta a través de un resistor limitador 10 a un cátodo 11 suspendido en el baño (fig. 3).

Durante este tratamiento la juntura p-n entre las partes 3 y 4 es conectada en la dirección de avance. Como es sabido la parte 4 de tipo n preferentemente es eliminada por mordicación.

Sin embargo, entre los conductores de suministro 5 y 6 provistos sobre las partes 2 y 4 está provista una segunda fuente de suministro de corriente 11 que carga la juntura p-n entre dichas partes en la dirección inversa. Como resultado la capa de agotamiento de los portadores de minoría cerca de dicha juntura en la parte 4 de tipo n se extiende en un grado indicado por una línea punteada 12. Esta parte de la capa de base 4 es poco atacada o no lo es, por el líquido mordicante de modo que en el área en que la capa de base de tipo n aparece en la superficie es producida una ranura 15 adyacente a la parte 3 mientras que la zona marginal 16 es dejada sobre la parte 2 (figura 4).

Si, ahora, tal dispositivo es usado como un transistor que la parte 2 forma el emisor y la parte 3 el colec-

280288



tor, se apreciará que el camino entre estas partes a través de la superficie de la capa de base 4 se ha vuelto largo que la separación entre el emisor y la base medida directamente. El primer camino mencionado a lo largo de la superficie designada por 17 en la figura 5, que está dibujada en una escala aumentada. Si el cuerpo semiconductor hubiese sido mordido de la manera usual sin crear una capa de agotación 12, se hubiese producido una ranura ancha en la capa de base cuyo limite está indicado por 18 en la figura 5. En este caso el camino desde el emisor a la base a través de la superficie semiconductor es mucho mas corto.

Como un segundo ejemplo, se describiré ahora la fabricación de un transistor de aleación-difusión destinado a fines de conmutación.

El producto inicial es, por ejemplo, una oblea 21 de germanio de tipo p (figura 6) con un grosor de 200 micrones y una resistividad especifica de 1 ohm.cm. Sobre una cara es depositada una capa de oro 22 de 0,3 a 0,4 micrones de espesor desde un vapor y subsecuentemente el oro es difundido en el material de la oblea por calentamiento a 800°C en hidrógeno durante 4 horas. En este tratamiento la capa de oro 22 se alea con el germanio y parcialmente desaparece por difusión. Como alternativa puede usarse una oblea que es cortada de un cuerpo de germanio que ha sido dotado con un "inhibidor" (killor) tal como oro. Subsecuentemente la parte superior de la oblea es eliminada por mordicación hasta una profundidad de 100 micrones a fin de eliminar cualesquier impurezas parciales (fig. 7).



Sobre la oblea resultante, que ahora es designada por 23, son colocadas dos cantidades de material de contacto que tienen la forma de perlitas con un diámetro de 150 micrones y tienen una separación de 40 micrones.

5 Las perlitas consisten de una aleación de plomo que contienen 5% en peso de antimonio y aproximadamente 1% en peso de aluminio y de una aleación de plomo que contiene 5% en peso de antimonio pero sin aluminio, respectivamente.

10 Mediante un tratamiento térmico en hidrógeno a una temperatura de aproximadamente 750°C durante 6 minutos, el material de contacto es aleado a la oblea (fig. 8). En el tratamiento el antimonio se difunde desde el material de contacto en la superficie de la oblea de tipo

15 p en que forma una capa de base 24 de un grosor de aproximadamente 1 micrón. Esta capa 24 cubre toda la oblea 23 y continua bajo los contactos 25 y 26 producidos en el mencionado proceso, como se muestra en escala aumentada en la figura 8. Durante el proceso de aleación el

20 germanio es disuelto en el material de contacto pero segrega durante el enfriamiento para formar dos capas 27 y 28 bajo los contactos 25 y 26, siendo la primera capa 27 de conductividad de tipo n debido a su contenido de antimonio mientras que la segunda capa 28 es de conducti-

25 vidad de tipo p debido a la alta solubilidad del aluminio en el germanio. Así la capa 28 forma el emisor mientras que las partes 24 y 27 forman la capa de base. La capa 25 está destinada a colector. Durante la etapa de difusión una pequeña cantidad de oro se desplaza desde la proximi-

30 dad de los contactos en una dirección opuesta a la de di-



fusión del antimonio de modo que es reducida la influencia adversa de este inhibidor en la capa de base. Cuando la capa 24 ha sido eliminada de la superficie inferior de la oblea 23, por ejemplo por mordicación, la oblea
 5 es soldada a un contacto de colector 29 con la ayuda de una aleación de indio-galio.

Subsecuentemente dos conductores de suministro 30 y 31 son soldados a los contactos 25 y 26 y el conjunto es recubierto con un resist de laca 32 (fig. 9). Esta
 10 laca es luego eliminada de toda la superficie del semiconductor con excepción de la parte entre los contactos 25 y 26. Esto puede efectuarse, como se muestra esquemáticamente en la figura 10 y 11 atomizando un solvente de la laca, por ejemplo, acetona, siendo dirigido el chorro
 15 sobre los contactos primero en la dirección indicada por la flecha 33, y luego en la dirección indicada por la flecha 34. Así, solamente la parte 35 de la laca entre los contactos 25 y 26 es inaccesible al solvente.

Un rango característico del recubrimiento de resina
 20 35 es que la mayor parte de la superficie de los contactos 25 y 26 y la capa de base 24 queda sin recubrir.

El cuerpo semiconductor es sometido ahora a un tratamiento de mordicación que puede ser realizado nuevamente en una solución al 30% en hidrógeno de potasio en agua, estando conectados el conductor de base 30 y el contacto
 25 colector 29 entre sí y a través de un resistor limitador 40, al terminal positivo de una fuente de suministro de corriente 41. La tensión de la fuente de suministro de corriente puede ser aproximadamente 2 volts. El terminal
 30 negativo está conectado a un cátodo 42 (fig. 12). Una -

280200



fuente de suministro de corriente 43 está conectada entre el emisor y el conductor de base de modo de cargar la capa de juntura entre el emisor 28 de tipo p y la capa de base 24 en la dirección inversa. La tensión de la segunda fuente de suministro de corriente puede ser aproximadamente 3 volts. Las partes de los conductores sumergidas en el electrolito son protegidas con un recubrimiento de resist no mostrado.

Como resultado de este tratamiento la capa de base de tipo n 24 eliminada por mordicación con excepción de las partes recubiertas por el resist 35 a lo largo del borde del emisor 28 en que se ha formado una capa de agotamiento debido a la fuente de tensión 43. Finalmente el recubrimiento de resist 35 es disuelto en acetona.

Las figuras 13 y 4 muestran las partes mas importantes del transistor resultando en escala aumentada.

La zona marginal de la capa de base 24 está designada por 55. Esta zona marginal descansa sobre la parte de tipo p 28. El grosor de la zona marginal es mostrado exagerado por razones de claridad pero en la práctica es del orden de 0,1 micrón. La zona marginal es producida solamente en la zona en que la capa de agotamiento ha ejercido su influencia durante el tratamiento de mordicación, es decir bajo el contacto de base 25, no siendo producida zona marginal cerca de la parte de la capa de base 24 designada con 51.

Finalmente la figura 15 muestra una disposición simplificada para mordicar tales transistores. Esta disposición se distingue de la mostrada en la figura 12 por el

280088



hecho de que el extremo del resistor limitador 40 no conectado a la fuente de suministro de corriente 41, está conectado solamente al conductor de base 30 y no al contacto de colector 29. El conductor de emisor 31 está directamente conectado al terminal negativo de la fuente de suministro de corriente 41. Si la tensión de la fuente de suministro de corriente es, por ejemplo, 3,5 volts y la diferencia de potencial en el resistor es 1,5 volts, es producida una tensión de 2 volts en la dirección inversa sobre la juntura p entre el emisor y la capa de base.

Esta solicitud que corresponde a la presentada en Holanda con fecha 28 de agosto de 1.961, bajo el número 268.692, se acoge a los beneficios del artículo 51 del vigente Estatuto sobre Propiedad Industrial.

- N O T A -

20

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:

25

1º. - Un dispositivo transistor de juntura que comprende un cuerpo semiconductor en que una capa de base delgada de conductividad de tipo n está intercalada entre partes semiconductoras de conductividad de tipo p que forman un emisor y un colector siendo la parte de la capa de base que aparece en la superficie del transistor del mismo

30



orden de espesor que la parte de la capa de base intercalada entre el emisor y el colector caracterizado por el hecho de que la parte de la capa de base que aparece en la superficie tiene una zona marginal que es más delgada que la parte adyacente de la capa de base y descansa sobre una de las dos partes de tipo p adyacentes.

5

2ª. - Un dispositivo transistor de juntura de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado por el hecho de que la zona marginal descansa sobre la parte adyacente que forma el emisor.

10

3ª. - Un dispositivo transistor de juntura de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones precedentes, caracterizado por el hecho de que la zona marginal está separada por una ranura de la otra parte adyacente de la capa de base.

15

4ª. - Un dispositivo transistor de juntura de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones precedentes, caracterizado por el hecho de que el grosor de la capa de base no es mayor que 2 micrones.

20

5ª. - Un dispositivo transistor de juntura.

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.

Esta Memoria consta de quince hojas escritas a má-

25

280288



quina por una sola de sus caras.

Madrid

P.A.

[Handwritten signature]

280288

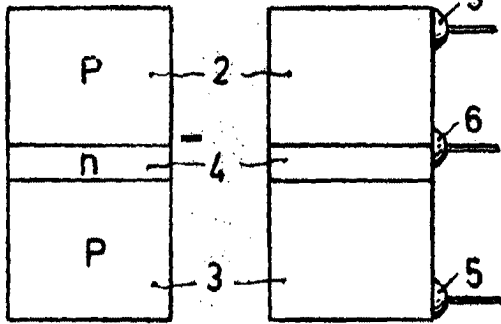


FIG. 1

FIG. 2

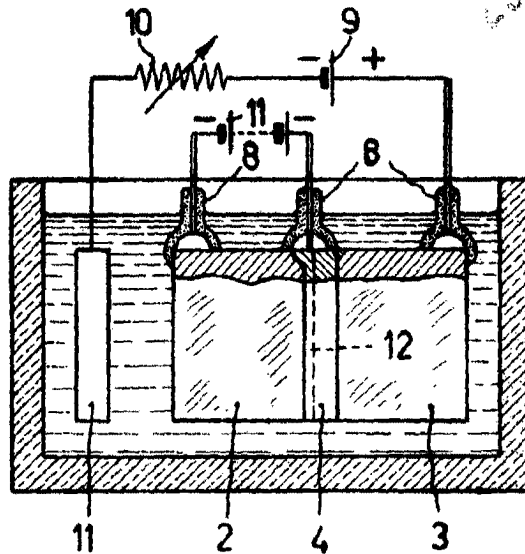


FIG. 3

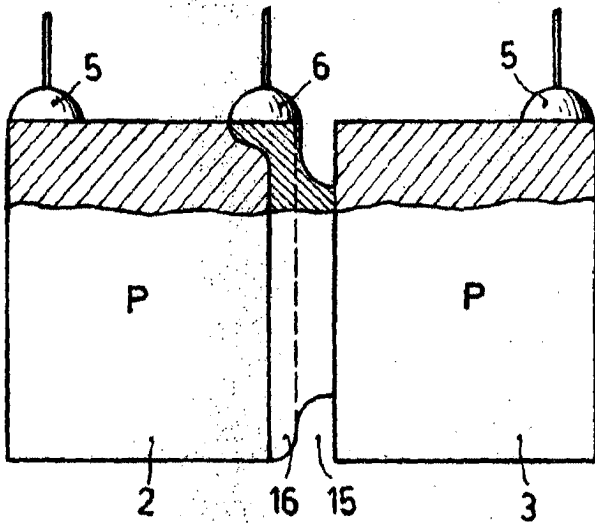


FIG. 4

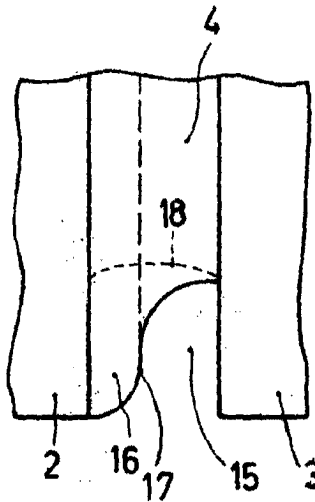


FIG. 5

280288

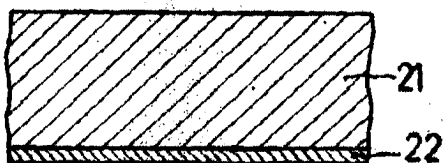


FIG. 6



FIG. 7

W. V. Philips



FIG. 8

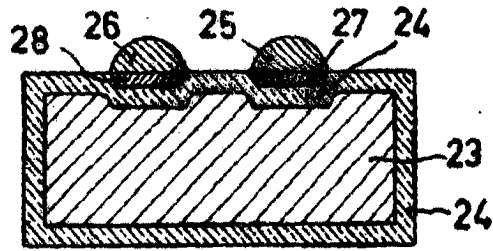


FIG. 9

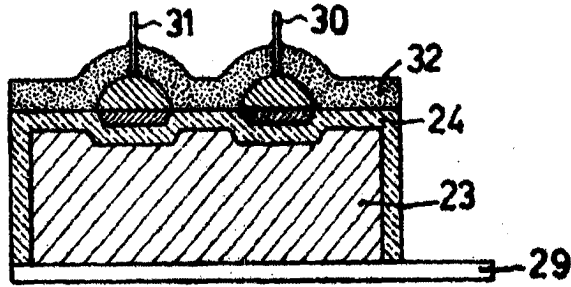


FIG. 10

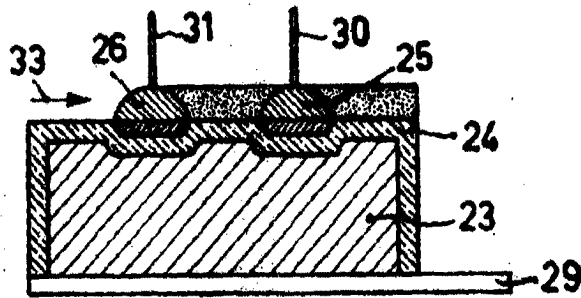
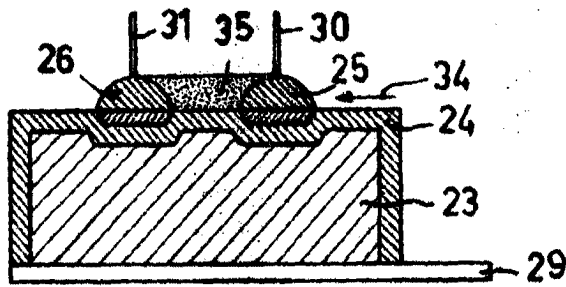


FIG. 11



280288

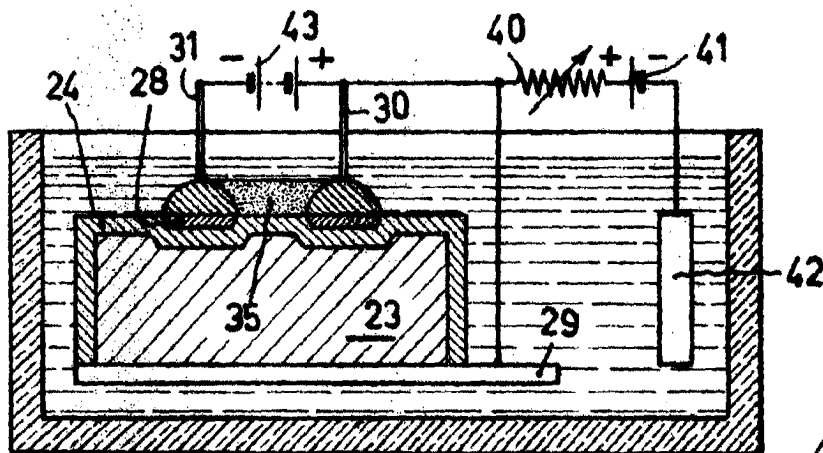


FIG. 12

Carth

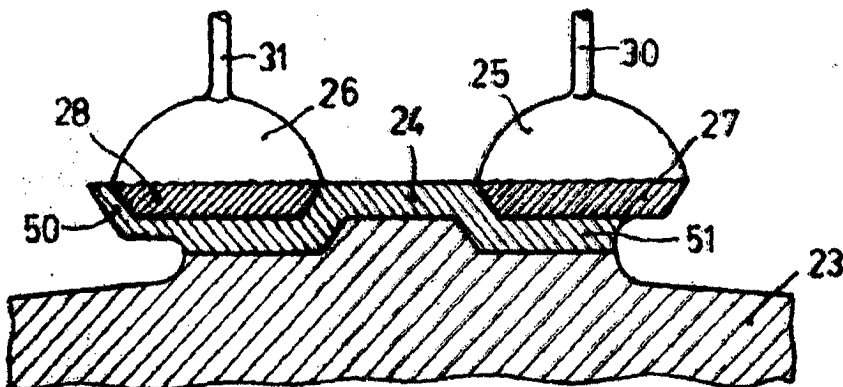


FIG. 13

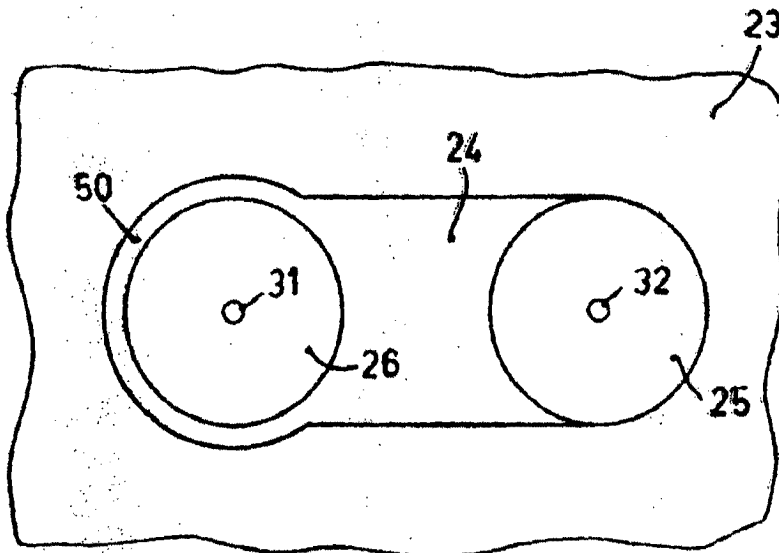


FIG. 14

280288

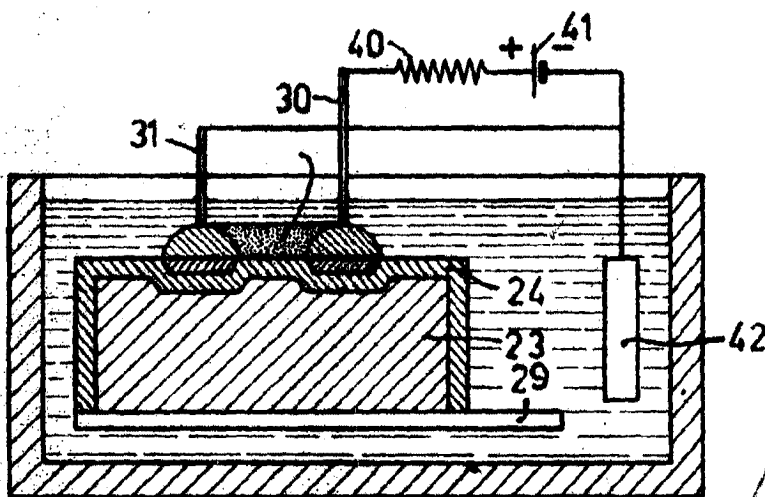


FIG. 15

C. W. Carter