

1 MAY. 1963

P - 23.860

PH 17514

Spain - vDo/MD



284803

MEMORIA DESCRIPTIVA

que se presenta para unir a la solicitud

de

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

formulada el 2 de Febrero de 1963, con el nº 284.803

en

E S P A Ñ A

por VEINTE años

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

"UN DISPOSITIVO TRANSISTOR"

5      Este invento se refiere a transistores que comprenden un cuerpo de germanio de un tipo de conductividad que tiene localmente una capa superficial difundida del otro tipo de conductividad, en la cual se provee un contacto óhmico, y un contacto rectificador que comprende una capa recristalizada de un tipo de conductividad que lleva una cantidad determinada de material sólido para electrodos, mientras que la capa difundida del otro tipo de conductividad por debajo de la capa recristaliza-



da está a mayor profundidad dentro del cuerpo de germanio. El invento se refiere también a métodos para fabricar dichos transistores.

5 En dichos transistores, denominados transistores de difusión aleados, el material solidificado para electrodos consiste usualmente (a parte de cantidades pequeñas de impurezas) de plomo o bismuto, aunque también se han sugerido el estaño e indio como material para electrodos. Sin embargo, el estaño e indio tienen la desventaja de que, cuando se alean sobre un cuerpo de germanio, exhiben una mayor profundidad de penetración especialmente a las altas temperaturas de difusión. Por esta razón en la práctica se usan casi exclusivamente el plomo y el bismuto, cuyos materiales exhiben una pequeña profundidad de penetración durante la aleación de modo que, debido a la difusión de impurezas de la fusión resultante, pueden obtenerse capas difundidas relativamente planas, es decir capas difundidas que no llegan a estar debajo del material aleado para electrodos a una profundidad indebida en el cuerpo de germanio.

10  
15  
20  
25  
30 De hecho, los transistores de difusión aleados son fabricados aleando una cierta cantidad de material para electrodos sobre, por ejemplo, un cuerpo de germanio, durante cuyo procedimiento, debido a la presencia de dos tipos de impurezas de las cuales un tipo es difundido más rápidamente, pero tiene un coeficiente de segregación más bajo que el otro tipo, se obtiene una capa difundida de un tipo debido a la difusión predominante de las impurezas de este tipo y una capa recristalizada del otro tipo debido a la segregación predominante de las impurezas de



este tipo, sobre cuya capa se solidifica el material para los electrodos. Dichos transistores se caracterizan porque la capa difundida debajo del material aleado para electrodos está a una profundidad mayor en el cuerpo semiconductor que alrededor del material aleado para electrodos.

Se ha averiguado que los contactos aleados de plomo y bismuto, cuyos materiales se usan a menudo por la razón antes mencionada, son sensibles a las cargas mecánicas. Pueden ocurrir cargas mecánicas, por ejemplo, al unir un hilo de conexión al contacto, durante cuya operación el hilo se pone sobre el contacto bajo presión, o al incorporar el transistor en una envolvente, aunque las fuerzas ejercidas sobre la envolvente después de la incorporación pueden en muchos casos ser transferidas parcialmente al contacto. La sensibilidad mecánica resulta a menudo en la ocurrencia de un corto-circuito entre la capa difundida y el material solidificado para electrodos.

Un objeto del invento es, entre otras cosas, crear un transistor de difusión aleado en el cual se suprimen, por lo menos sustancialmente, dichas desventajas. A este objeto un transistor según el invento, de la clase mencionada en el preámbulo, se caracteriza porque el material sólido para electrodos contiene por lo menos uno de los materiales plomo y bismuto y por lo menos uno de los materiales estaño e indio.

Se ha averiguado sorprendentemente que dicha sensibilidad mecánica a la presión se suprime así casi completamente, mientras que pueden obtenerse todavía capas difundidas relativamente planas durante la fabricación.

El contacto óhmico comprende preferentemente una



zona recristalizada del otro tipo de conductividad debajo de la cual yace la capa difundida a una mayor profundidad en el cuerpo de germanio y la cual lleva una cantidad determinada de material sólido para electrodos el cual contiene del mismo modo por lo menos uno de los materiales plomo y bismuto y al menos uno de los materiales estaño e indio. Tal contacto óhmico tiene propiedades mecánicas favorables y simplifica la fabricación de transistores de la clase considerada, como se expondrá más ampliamente en lo que sigue.

Se obtuvieron resultados muy favorables con materiales para electrodos que consistían en 0'5 a 50 volúmenes % de por lo menos uno de los materiales estaño e indio.

El invento se refiere también a un método de fabricar un transistor según el invento. Tal método según el invento se caracteriza porque una cantidad determinada de material para electrodos, que contiene por lo menos uno de los materiales plomo y bismuto y por lo menos uno de los materiales estaño e indio, es aleado sobre un cuerpo de germanio, durante cuyo procedimiento, debido a la difusión predominante de impurezas del otro tipo de conductividad añadido al material para electrodos, se produce una capa difundida de este tipo en una porción del cuerpo de germanio de un tipo de conductividad, mientras que se forma un contacto rectificador sobre esta capa debido a la segregación predominante de impurezas de un tipo de conductividad presente en el material para electrodos, lo que resulta en una capa recristalizada de un tipo de conductividad sobre la cual se solidifica el material de



electrodo. El material para electrodos consiste preferentemente en 0'5 a 50 volúmenes % de al menos uno de los materiales estaño e indio.

5 El contacto óhmico puede proveerse de una manera sencilla aleando, además de dicha cantidad de material para electrodo una segunda cantidad de la misma composición y, preferentemente, del mismo tamaño, durante cuyo procedimiento se produce una capa difundida del otro tipo de conductividad, del mismo modo debido a la difusión  
10 en una parte del cuerpo de germanio de un tipo de conductividad, cuya capa difundida se junta con la capa difundida obtenida con la cantidad primeramente mencionada de material para electrodos, mientras que se forma un contacto óhmico sobre la capa difundida debido al hecho de  
15 que las impurezas de un tipo de conductividad estén presentes en la segunda cantidad del material para electrodos en menor grado o preferentemente en ningún grado. Será evidente, que desde un punto de vista tecnológico, es particularmente ventajoso que puedan usarse cantidades  
20 iguales de material para electrodos de la misma composición para producir el contacto óhmico y el contacto rectificador, cuyas cantidades de materiales pueden alearse sobre el cuerpo al mismo tiempo si se desea.

25 Preferentemente, el cuerpo de germanio tiene localmente una capa superficial del otro tipo de conductividad sobre la cual se alea el material para electrodos, mientras que las fusiones que ocurren durante la aleación penetran a través de esta capa superficial.

30 El procedimiento de aleación se lleva a cabo preferentemente a temperaturas más altas de 600° C.



El invento es especialmente importante si se proveen las cantidades de material para electrodos sobre el cuerpo de germanio por deposición por evaporación o deposición electrolítica. Estos métodos de aplicación son muy exactos. A pesar de que las cantidades de materiales para electrodos provistos por dicho método son usualmente pequeñas, una composición según el invento de este material asegura una penetración muy regular del material licuado por caldeo, dentro del cuerpo de germanio.

A fin de que pueda fácilmente ponerse en práctica el invento, se describirá ahora en detalle, a modo de ejemplo, con referencia al dibujo diagramático adjunto, en el cual:

La figura única muestra diagramáticamente y en sección transversal un transistor de difusión aleado.

Dicho transistor comprende un cuerpo de germanio 1, por ejemplo del tipo p y que tiene una resistencia específica de 1 ohmio por cm. El cuerpo de germanio 1 tiene localmente una capa superficial difundida 2 de tipo n, la capa de base, que sostiene un contacto óhmico 3, 4, el contacto de base, y un contacto rectificador 5, 6, comprendiendo el contacto emisor una capa recristalizada 6 de tipo p que lleva una cantidad determinada de material sólido para electrodos 5 que consiste en por lo menos uno de los materiales plomo y bismuto y en por lo menos uno de los materiales estaño e indio, por ejemplo una aleación de plomo-estaño que contenga 10 vol. % de estaño (aparte de cantidades pequeñas de impurezas). La cantidad del material para electrodos 5 del contacto de base 3, 4, tiene preferentemente la misma composición. La capa recristalizada 4



5 tiene el mismo tipo de conductividad que la capa 2 y es así, en el ejemplo mostrado, del tipo n. La capa difundida 2 está debajo de los contactos 3, 4 y 5, 6 a una profundidad mayor en el cuerpo de germanio, la cual es característico de un transistor de difusión aleado. Los contactos están provistos de, por ejemplo, hilos de conexión de níquel 7, mientras que se provee una conexión para el colector que comprende una placa portadora 8 la cual se une al cuerpo de germanio mediante el uso de un soldador 9. En la realización de un método según el invento, a ser descrito en lo que sigue, para fabricar el transistor, se darán datos adicionales con respecto a las dimensiones, concentraciones de impureza y similares. En el transistor antes descrito se ha averiguado que los contactos 3, 4 y 5, 6 son relativamente insensibles a cargas mecánicas.

El transistor puede ser fabricado, por ejemplo, como sigue.

20 Se comienza a partir de una placa de germanio de tipo p de 1 mm x 1 mm y espesor de 100 micrones. La resistencia específica es de 1 ohmio cm. A la placa de germanio se le provee de una capa superficial previamente difundida colocándola en una atmósfera de hidrógeno que contiene vapor de antimonio. Se obtiene el vapor de antimonio calentado una cantidad de antimonio sólido hasta aproximadamente 500° C en la atmósfera de hidrógeno. La placa de germanio se mantiene a una temperatura de aproximadamente 800° C en la atmósfera de hidrógeno durante 10 minutos. Durante este tiempo el antimonio se difunde en la placa de germanio, resultando en una capa superficial de tipo n de aproxima-



mente: 5 micrones de espesor.

Los contactos 3, 4 y 5, 6 se proveen sobre el cuerpo de germanio 1 con la capa difundida 2 (mostrada parcialmente en líneas de trazos) aleando sobre ellas ciertas cantidades de material para electrodos. A este objeto, dos gránulos que consisten en plomo y 10 vol. % de estaño, a los cuales se ha añadido 2% en peso de antimonio, son adheridos a una de las superficies grandes de la placa de germanio aleando los gránulos con ella a 600°C durante cinco minutos. Los gránulos son aproximadamente de 150 micrones de diámetro y tiene un espacio entre ellos de 50 micrones. Se proveen ahora impurezas de tipo p, por ejemplo de aluminio, sobre uno de los gránulos aleados (el contacto rectificador último 5, 6) untando pintura de aluminio sobre él. De este modo se añade aproximadamente 1% en peso de aluminio al gránulo.

Subsiguientemente, se calienta el conjunto hasta 800°C en una atmósfera de hidrógeno durante 10 minutos. El material para electrodos se funde así de nuevo y penetra en el cuerpo de germanio y desde allí en la capa 2 hasta una profundidad de desde 6 a 7 micrones. Sin embargo, la capa 2 debajo del material aleado para electrodos es restablecida de nuevo por difusión de antimonio procedente del material fundido, lo que resulta en la obtención de las porciones de la capa 2 debajo de los contactos 3, 4 y 5, 6 las cuales están situadas a una profundidad mayor, cuyas porciones son aproximadamente de 5 micrones de espesor y cuyas propiedades están determinadas unicamente por la difusión ultimamente mencionada procedente de la fusión y no por la capa 2 inicialmente presente.



Las porciones restantes iniciales de la capa 2 se han hecho un poco más gruesas debido a la difusión adicional de las impurezas de antimonio presentes en estas porciones durante el caldeo en el tratamiento aleatorio y han alcanzado un espesor de aproximadamente 6 a 7 micrones.

Se calienta entonces el conjunto a la temperatura ambiente en aproximadamente 20 minutos. Se obtiene así la capa recristalizada 6 de tipo p, la cual es del tipo p debido a la co-cristalización del aluminio añadido, así como la capa recristalizada de tipo n.

Debería notarse que el antimonio se difunde en el germanio más rápidamente que el aluminio, de modo que el antimonio predomina durante la difusión procedente de la fusión y resultan las capas difundidas de tipo n. Puesto que el aluminio tiene una constante de segregación más alta que la del antimonio, la capa recristalizada 6 se hace del tipo p mientras que la capa recristalizada 4 se hace del tipo n debido al antimonio disponible y a la ausencia de aluminio.

Después de ser refrigerados, los materiales solidificados para electrodos, 3 y 5 están presentes sobre las capas recristalizadas 4 y 6.

Siguientemente, el cuerpo semiconductor provisto de los contactos 3, 4 y 5, 6 es atacado de la manera usualmente empleada en la técnica de semiconductores, a fin de quitar la capa 2 de la superficie de la placa de germanio situada frente los contactos 3, 4 y 5, 6.

En la superficie donde se ha quitado la capa 2, el cuerpo semiconductor es entonces soldado a una placa soporte de níquel 8 con la ayuda de soldadura de indio 9. El procedimiento de soldadura tiene lugar calentando hasta

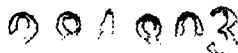


aproximadamente 500°C durante 5 minutos.

5 Los hilos de conexión 7 de níquel, recubiertos de una soldadura de plomo-estaño de baja temperatura de fusión son colocados sobre los contactos 3, 4 y 5, 6. Los hilos son soldados a los contactos calentando hasta aproximadamente 200°C.

10 La capa 2 puede ser separada parcialmente aún más por ataque químico, por ejemplo provyendo sobre la capa 2 una capa enmascaradora entre los contactos 3, 4 y 5, 6 y atacando el cuerpo de germanio de la manera usualmente empleada en la técnica de semiconductores. La capa 2 es así atacada excepto por la porción cubierta por los contactos 3, 4 y 5, 6 y la capa de enmascaramiento. La porción de la capa 2 mostrada en las líneas de trazos es entonces separada por completo. De este modo la capacidad del transistor, del colector a la base, se disminuye.

15 Será evidente que el invento no está limitado al empleo del ejemplo descrito y que son posibles muchas variaciones para el experto dentro del alcance del invento. Así, puede omitirse la capa 2 previamente difundida y las cantidades de material para electrodos conque se obtienen los contactos 3, 4 y 5, 6 pueden ser aleados directamente sobre la capa de germanio de tipo p. Durante la aleación, el antimonio se difunde desde el material para electrodos y también a lo largo de la superficie de la placa de germanio, resultando en la capa 2. Además, no es necesario añadir el antimonio al material para electrodos a ser aleado, sino que puede ser absorbido por este material desde la atmósfera circundante, por ejemplo durante el procedimiento de aleación. Los ejemplos descritos se refieren a





un transistor de tipo pnp. Sin embargo, el invento con-  
cierne también a transistores del tipo npn. No es neces-  
ario que uno de los tipos de impureza se difunda más rápi-  
damente que el otro tipo. El material para electrodos  
5 aleado puede contener solo las impurezas a difundir, mien-  
tras que después de la difusión de estas impurezas se  
añade el otro tipo de impurezas al material para electro-  
dos, por ejemplo en un estado vaporizado desde la atmós-  
fera circundante, en una cantidad con la que se forma,  
10 durante el enfriamiento que sigue inmediatamente después,  
una capa recristalizada en la cual predominan las impure-  
zas ultimamente añadidas. El material para electrodos  
pueda proveerse muy exactamente por deposición por vapo-  
ración o por deposición electrolítico de modo que para  
15 dispositivos de dimensiones muy pequeñas se prefiere es-  
te método de aplicación al método descrito, en el cual  
el material para electrodos se provee sobre la placa de  
germanio en la forma de gránulos.

La presente solicitud, que corresponde a la pre-  
sentada en Holanda el 5 de Febrero de 1962, bajo el núme-  
ro 274.385, se acoge a los beneficios del artículo 51 del  
vigente Estatuto-Ley sobre Propiedad Industrial.

#### NOTA

Los puntos de invención, propia y nueva, que se  
presentan para que sean objeto de la presente solicitud  
de patente de Invención en España, por VEINTE años, son  
30 los siguientes:

284803



12. - Un dispositivo transistor que comprende un cuerpo de germanio de un tipo de conductividad el cual tiene localmente una capa superficial difundida del otro tipo de conductividad sobre la cual se provee un contacto óhmico y un contacto rectificador que comprende una capa recristalizada de un tipo de conductividad la cual lleva una cantidad determinada de material sólido para electrodos, mientras que la capa difundida del otro tipo de conductividad debajo de la capa recristalizada está a una profundidad mayor en el cuerpo de germanio, caracterizado porque el material sólido para electrodos contiene por lo menos una de los materiales plomo y bismuto y por lo menos una de los materiales estaño e indio.

22. - Un dispositivo transistor según se reivindica en el punto 1, caracterizado porque el contacto óhmico comprende una zona recristalizada del otro tipo de conductividad debajo de la cual la capa difundida está a una mayor profundidad en el cuerpo de germanio y sobre la cual hay presente una cantidad determinada de material sólido para electrodos que del mismo modo contiene por lo menos uno de los materiales plomo y bismuto y por lo menos uno de los materiales estaño e indio.

32. - Un dispositivo transistor según se reivindica en el punto 1 ó punto 2, caracterizado porque el material sólido para electrodos consiste en 0'5 a 50 vol. % de por lo menos uno de los materiales estaño e indio.



4º - - Un dispositivo transistor.

Tal y como se ha descrito en la Memoria que antecede, representado en el dibujo que se acompaña y para los fines que se han especificado.

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

Madrid,

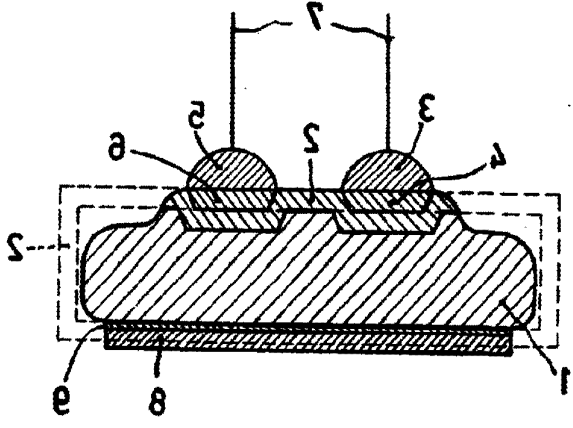
11 MAY. 1963  
P. A.

Alvaro de Euzkano  
P. A.

284803

AC

10



584803

*[Handwritten signature]*  
Patented by the U.S. Patent Office  
May 19, 1958