



14 OCT 1968

359590

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

por VEINTE años

cuyo privilegio se solicita para España,
sus territorios y plazas de soberanía, a
favor de:

SEMIKRON Gesellschaft für Gleichrichterbau
und Elektronik m.b.H.,

entidad alemana, domiciliada en Wiesental-
strasse 40, 85 Nürnberg, República Federal
de Alemania, relativa a:

"PROCEDIMIENTO PARA LA FABRICACION DE COM-
PONENTES SEMICONDUCTORES"

= = = = =

Inventores: Peter Flohrs y Horst Schäfer

Prioridad: Solicitud de patente en Alemania
nº S 112954 VIIIc/21g de fecha
24 noviembre 1967.



MEMORIA DESCRIPTIVA

Los elementos semiconductores, especialmente rectificadores semiconductores de elevada capacidad de carga de corriente, se utilizan en virtud de su grado de desarrollo en diferentes ramas de la técnica cada vez más bajo condiciones extremas de funcionamiento. - - - - -

5.

Una carga extraordinariamente fuerte de los rectificadores semiconductores se produce especialmente al utilizarlos con un frecuente cambio de carga entre el funcionamiento en vacío y la carga nominal. Debido a los cambios de la temperatura de funcionamiento, correspondientes a las modificaciones de la carga, y a causa de las diferentes características físicas de los diversos materiales, la estructura de las capas de los componentes semiconductores está sometida a grandes esfuerzos de empuje y de cortadura que actúan principalmente sobre el disco semiconductor y sobre las capas de contacto de soldadura situadas entre el disco semiconductor y los componentes colindantes conductores de corriente, produciendo frecuentemente después de un corto período de servicio el fallo del componente semiconductor. El efecto de estas cargas depende de la frecuencia de los cambios de carga y de las diferencias de la temperatura de funcionamiento que se originan como consecuencia de ello, así como de la magnitud de estas diferencias de la temperatura de funcionamiento. - - - - -

10.

15.

20.



Con el fin de conseguir entre el disco semiconductor y los componentes conductores de electricidad mediante una soldadura de semiconductores de modo deseado unos contactos resistentes a los cambios de carga, ha demostrado ser conveniente, también por motivos de técnica de fabricación, recubrir el disco semiconductor antes del contacto con recubrimientos de contacto metálicos de elevada resistencia mecánica. - - - - -

5.

Para este fin se conocen elementos semiconductores, en los que el disco semiconductor se une superficialmente a una placa de contacto por el procedimiento de aleación o soldadura en por lo menos una superficie de contacto. La placa de contacto es preferentemente de un material con un coeficiente térmico que equivale aproximadamente al coeficiente térmico del material semiconductor, por ejemplo molibdeno o tungsteno. - - - - -

10.

15.

Se conocen además otros componentes semiconductores en los que el disco semiconductor está provisto de por lo menos un recubrimiento metálico de contacto adecuado, el cual posibilita especialmente el contacto superficial con ayuda de una soldadura de estaño. - - - - -

20.

En otros componentes semiconductores conocidos se ha aplicado sobre el disco semiconductor un recubrimiento de contacto que sirve exclusivamente para fomentar la reticulación por medio de una soldadura de semiconductores especial prevista para el contacto. Esta soldadura de elevada resistencia mecánica, con un punto de fusión situado por debajo de los 450°C, continúa siendo elástica aún sometida a la influencia de cargas mecánicas cambiantes y se denomina a con-

25.



tinuación soldadura fuerte de semiconductores. - - - - -

Sin embargo, los elementos semiconductores de los modos de ejecución conocidos no son adecuados para su utilización en variaciones de carga extremas, debido a una compensación

- 5. insuficiente de las tensiones mecánicas que se originan por los diferentes coeficientes de dilatación térmica, debido a la falta de resistencia y elasticidad mecánicas de las soldaduras de estaño utilizadas, o debido a la transferencia indeseable de fuerzas de empuje y de cortadura desde la soldadura elástica fuerte de semiconductores a la pastilla semiconductor. - - - - -

También se conocen componentes semiconductores en los que el contacto de un disco semiconductor, unido de modo fijo a discos de molibdeno o de tungsteno, a componentes conductores de corriente se efectúa a presión mediante cuerpos de resorte. A pesar de la buena compensación de las dilataciones térmicas obtenidas por el tipo de estructura de estas disposiciones conocidas, este llamado contacto a presión no es la solución óptima del problema de los contactos en elementos semiconductores, especialmente en lo que se refiere a la exigencia de una resistencia térmica de contacto tan reducida como sea posible. - - - - -

15.

20.

El objeto de la invención estriba por consiguiente en aplicar sobre un disco semiconductor de gran superficie un electrodo de contacto que en su estructura y con sus características físicas, especialmente en unión de una soldadura fuerte de semiconductores, satisfaga las elevadas exigencias requeridas de los contactos de soldadura resistentes a los cambios de carga extremos. - - - - -

25.



- Los componentes semiconductores conseguidos por el procedimiento según la invención no adolecen de los inconvenientes que se han señalado de los modos de ejecución conocidos. El electrodo de contacto según la invención presenta adicionalmente la ventaja de la absorción y especialmente de la compensación de tensiones mecánicas transversales en materiales de contacto colindantes y asegura también en condiciones extremas de funcionamiento una sorprendentemente elevada resistencia a los cambios de carga. - - - - -
5. La invención se refiere a un procedimiento para la fabricación de componentes semiconductores, en el que se aplican a la pastilla semiconductoras unas capas metálicas que sirven de electrodos de contacto, con el fin de obtener un contacto de soldadura resistente a los cambios de carga. - - - - -
10. En la memoria descriptiva alemana 1 074 160 (Auslegeschrift) se halla descrito un procedimiento para la fabricación de electrodos de contacto por lo menos casi desprovistos de bloqueo en cuerpos semiconductores, en los que para la obtención de contactos de soldadura de estaño para la conexión de conductores sobre zonas de superficie determinadas del cuerpo semiconductor se coloca un primer metal con un trabajo de salida que equivale aproximadamente al del material semiconductor, y sobre este primer metal se coloca un segundo metal para soldar conductores, con la condición de que en el proceso de soldadura se produce la formación de una aleación meramente en la superficie límite entre la soldadura y el segundo metal pero no en las superficies límite entre el segundo metal y el primer metal o entre el primer metal y el material semiconductor, respectivamente. El planteamiento del problema se refiere especialmente a la obtención de un contacto exento
- 15.
- 20.
- 25.
- 30.



de bloqueo en elementos conductores de pequeña superficie, preferentemente al contacto de base de transistores. - - -

- El procedimiento según la invención se refiere en cambio a la fabricación de un electrodo de contacto de gran superficie potestativamente para un contacto óhmico o para un contacto rectificador en el cuerpo semiconductor de un rectificador semiconductor de elevada capacidad de carga, de resistencia óptima contra los cambios de carga, en los que el contacto con los componentes conductores de corriente se efectúa a través de una capa metálica dúctil mediante una soldadura fuerte de semiconductores. - - - - -
- 5.
 - 10.

- El procedimiento según la invención está caracterizado porque sobre la superficie del semiconductor que tiene que establecer contacto se aplica un primer metal de contacto adecuado para la formación de una aleación con el material semiconductor, con un espesor predeterminado cada vez, y sobre el primer metal de contacto un segundo metal de contacto que forma una capa dúctil; porque mediante tratamiento térmico subsiguiente dentro de un campo de temperaturas predeterminado se forma cada vez una fase líquida tanto en la superficie límite situada entre el segundo metal de contacto que forma la capa dúctil y el primer metal de contacto, como también simultáneamente en la superficie límite situada entre el primer metal de contacto y el material semiconductor, formándose de esta manera con el material semiconductor, que presenta una dotación preestablecida, un buen contacto óhmico o rectificador de modo deseado; y porque la mayor parte del segundo metal de contacto que forma la capa dúctil queda también conservado en su estructura como
- 15.
 - 20.
 - 25.



capa de contacto dúctil durante y después del tratamiento térmico, y posibilita en unión de una soldadura fuerte de semiconductores, de por sí conocida, un contacto de soldadura de la pastilla semiconductoras resistente a los cambios de carga. - - - - -

5. Como material de partida para el elemento semiconductor que se quiere obtener sirve un disco de materiales o compuestos semiconductores, preferentemente de silicio, adulterado según procedimientos conocidos, el cual presente en caso necesario capas alternativamente opuestas de tipo de conductibilidad. El disco semiconductor preparado, de gran superficie se recubre por evaporación dentro de un aparato de vacío, que comprende evaporadores adecuadamente dispuestos, a una presión de aproximadamente 10^{-5} Torr, con un primer metal de contacto, por ejemplo aluminio, y a continuación con un segundo metal de contacto, por ejemplo plata, determinándose la cantidad de los metales de contacto por el espesor de capa predeterminada en cada caso y por la superficie que hay que recubrir por evaporación. Con el fin de que el primer metal de contacto tenga una mejor adherencia sobre el material semiconductor, los discos semiconductores se calientan a una temperatura adecuada, preferentemente de 200 a 300°C, antes de someterlos al proceso de aplicación de la capa por evaporación. En una etapa de procedimiento que sigue a la de la aplicación de las capas por evaporación, el disco semiconductor que lleva dos recubrimientos de contacto es sometido a un tratamiento térmico con la condición de que se forma simultáneamente una fase líquida, tanto en la superficie límite situada entre el material semiconductor y el primer metal de
- 10.
- 15.
- 20.
- 25.



- contacto, como también en la superficie límite situada entre el primer metal de contacto y el segundo metal de contacto que forma la capa dúctil, pero que en ningún caso debe alcanzarse la temperatura eutéctica del sistema formado por el
5. segundo metal de contacto y el material semiconductor, ya que en dicho caso, debido a la formación de una capa quebradiza de ambos materiales no se consigue una característica esencial del procedimiento según la invención, es decir, la obtención de una capa de contacto dúctil para establecer un
10. contacto ulterior. De estas condiciones resulta para la combinación preferente de metales de contacto aluminio-plata, si el aluminio se alea con silicio a 577°C y la plata con el aluminio a 566°C cada vez en composición eutéctica, y si la temperatura eutéctica del sistema plata-silicio asciende
15. a 830°C, un margen ventajoso de temperatura de preferentemente 600 a 700°C para el tratamiento térmico. - - - - -

Del primer metal de contacto se exige además, que forme un buen contacto mecánico mediante aleación con el material semiconductor. El aluminio, por ejemplo, forma un buen

20. contacto óhmico mediante la aleación de silicio adulterado en p y con silicio altamente adulterado en n, y en cambio con silicio débilmente adulterado en n un contacto rectificador.-

El tratamiento térmico puede efectuarse en vacío o bajo un gas protector y se efectúa de tal modo que los discos

25. semiconductores recubiertos de capas se calientan hasta la temperatura predeterminada y luego se enfrían rápidamente.-

El espesor correspondiente de las dos capas de metal de contacto está determinado por una parte por una buena unión aleada superficial entre los materiales consecutivos



- y por otra parte por las leyes físicas que rigen la formación de una aleación entre dichos materiales. Por motivos económicos, las dos capas de metal de contacto deben estar configuradas tan delgadas como sea posible. Para el primer
5. metal de contacto se exige una unión mecánica fija, tanto con el material semiconductor como con el segundo metal de contacto. Por otra parte, al formarse la aleación entre el primer metal de contacto y el material semiconductor, no deberá producirse una readulteración de la capa exterior del
10. material semiconductor que presenta un tipo predeterminado de conductibilidad, ni una aleación a través de dicha capa, lo que produciría en su caso una destrucción del paso p-n que sigue a continuación de esta capa semiconductor exterior en el interior de la pastilla semiconductor. Por lo tanto
15. ha demostrado ser ventajoso para el espesor de la capa del primer metal de contacto un margen de 0,1 a 3μ . - - - - -
- El espesor del segundo metal de contacto que forma una capa dúctil está determinado por una parte por la solubilidad del primer metal de contacto en el segundo metal de contacto
20. y por consiguiente, según los metales de contacto utilizados, aproximadamente por el espesor de la capa del primer metal de contacto, y por otra parte por el consumo de material del segundo metal de contacto, ligado a la técnica de procedimientos y al tiempo de fabricación. Un espesor de capa de
25. por lo menos 3μ para el segundo material de contacto, con un espesor correspondiente del primer metal de contacto, es todavía suficiente para la obtención de elementos semiconductores según la invención. Con los metales de contacto preferentes aluminio y plata se consiguieron resultados ventajosos con un espesor de capa de 1 a 2μ para el aluminio y de
- 30.



5 a 15 μ para la plata. - - - - -

Además de los metales de contacto indicados más arriba, puede utilizarse además especialmente paladio y cobre como segundo metal de contacto, así como magnesio como primer me-

5. tal de contacto. La ductilidad del cobre es desde luego inferior a la de la plata, pero precisamente por la utilización de cobre para el procedimiento según la invención se obtiene la ventaja de una especial economía, que no queda neutralizada por el hecho de que la superficie de la capa de
10. cobre, que tiende a la oxidación y es inadecuada para la reticulación sin fundente por soldaduras fuertes de semiconductores, tiene que cubrirse con una delgada capa de metal noble, por ejemplo de oro o plata, para conseguir el contacto de soldadura deseado. - - - - -

15. Un desarrollo ventajoso del procedimiento según la invención estriba en que para obtener la ductilidad necesaria y en caso necesario para aumentar la resistencia mecánica, el segundo metal de contacto que forma la capa dúctil se aplica en varias capas, o los dos metales de contacto se
20. aplican en varias capas en sucesión alternativa. - - - - -

- En su caso, los metales de contacto adecuados correspondientes pueden aplicarse también por pulverización catódica y/o por deposición. En caso necesario, para la obtención de capas más gruesas puede efectuarse primero una aplicación por evaporación y luego una deposición adecuada. - - - - -
- 25.

Las ventajas del procedimiento según la invención estriban en que por la aplicación de una secuencia de capas de materiales de contacto especialmente adecuados para una



- unión recíproca y para unión con el material semiconductor, se consigue mediante un tratamiento térmico subsiguiente simultáneamente tanto un electrodo de contacto formado por aleación sobre el material semiconductor así como una
5. capa de contacto metálica dúctil obtenida después del tratamiento térmico, que en unión de una soldadura fuerte de semiconductores sirve para el ulterior contacto del material semiconductor, especialmente para la fabricación de componentes semiconductores resistentes a los cambios de carga
10. bajo condiciones extremas de funcionamiento. - - - - -

N O T A

Se declaran de novedad y propiedad para España, sus territorios y plazas de soberanía, las siguientes: - - - -

R E I V I N D I C A C I O N E S

15. 1.- Procedimiento para la fabricación de componentes semiconductores, en el que se aplican a la pastilla semiconductoras unas capas metálicas que sirven de electrodos de contacto, con el fin de obtener un contacto de soldadura resistente a los cambios de carga, caracterizado porque sobre la superficie del semiconductor que tiene que establecer
20. contacto se aplica un primer metal de contacto adecuado para la formación de una aleación con el material semiconductor, con un espesor predeterminado cada vez, y sobre el primer metal de contacto un segundo metal de contacto que forma
25. una capa dúctil; porque mediante tratamiento térmico subsiguiente dentro de un campo de temperaturas predeterminado se forma cada vez una fase líquida tanto en la superficie



límite situada entre el segundo metal de contacto que forma la capa dúctil y el primer metal de contacto, como también simultáneamente en la superficie límite situada entre el primer metal de contacto y el material semiconductor, for-

- 5. mándose de esta manera con el material semiconductor, que presenta una dotación preestablecida, un buen contacto óhmico o rectificador de modo deseado; y porque la mayor parte del segundo metal de contacto que forma la capa dúctil queda también conservado en su estructura como capa de contacto dúctil durante y después del tratamiento térmico, y
- 10. posibilita en unión de una soldadura fuerte de semiconductores, de por sí conocida, un contacto de soldadura de la pastilla semiconductor resistente a los cambios de carga. - - -

- 15. 2.- Procedimiento según reivindicación 1, caracterizado porque se utiliza aluminio como primer metal de contacto y plata como segundo metal de contacto. - - - - -

3.- Procedimiento según reivindicación 1, caracterizado porque se utiliza magnesio como primer metal de contacto. - -

- 20. 4.- Procedimiento según reivindicación 1, caracterizado porque se utiliza paladio o cobre como segundo metal de contacto. - - - - -

- 25. 5.- Procedimiento según reivindicación 4, caracterizado porque la superficie de la capa de cobre dúctil prevista para la soldadura sin fundente por medio de una soldadura fuerte de semiconductores se recubre con una delgada capa de un metal noble. - - - - -

6.- Procedimiento según reivindicaciones 1 a 5, caracterizado porque los metales de contacto se aplican por evapo-



ración y/o deposición. - - - - -

7.- Procedimiento según reivindicación 6, caracterizado porque los metales de contacto se aplican por evaporación consecutiva en alto vacío. - - - - -

5. 8.- Procedimiento según reivindicaciones 1 a 4, caracterizado porque los metales de contacto se aplican por pulverización catódica. - - - - -

10. 9.- Procedimiento según reivindicaciones 1 a 8, caracterizado porque el segundo metal de contacto que forma la capa dúctil se aplica en varias capas y/o porque en caso necesario ambos metales de contacto se aplican en varias capas en secuencia alternativa. - - - - -

15. 10.- Procedimiento según reivindicación 1 y/o una de las reivindicaciones siguientes, caracterizado porque el espesor del primer metal de contacto importa 0,1 a 3 μ y el espesor del segundo metal de contacto que forma la capa dúctil importa por lo menos 3 μ . - - - - -

20. 11.- Procedimiento según reivindicación 1 y/o una de las reivindicaciones siguientes, caracterizado porque el cuerpo semiconductor, con el fin de aumentar la adherencia del primer metal de contacto, se precalienta a una temperatura adecuada, preferentemente 200 a 300°C, antes de aplicar el metal de contacto. - - - - -

25. 12.- Procedimiento según reivindicación 1 a 10, caracterizado porque el cuerpo semiconductor se somete a un tratamiento térmico a una temperatura que se encuentra en cada caso por encima de la temperatura eutéctica de los dos metales de contacto o del sistema formado por el material semi-



conductor y el primer metal de contacto, pero debajo de la temperatura eutéctica del sistema formado por el material semiconductor y el segundo metal de contacto. - - - - -

5. 13.- Procedimiento según reivindicación 12, caracterizado porque el tratamiento térmico para los metales de contacto aluminio y plata se efectúa dentro del campo de temperaturas de 600 a 700°C. - - - - -

10. 14.- Procedimiento según reivindicaciones 1 a 13, caracterizado porque el tratamiento térmico se efectúa bajo un gas protector. - - - - -

15. 15.- Procedimiento según reivindicaciones 1 a 13, caracterizado porque el tratamiento térmico se efectúa en vacío. - -

16.- "PROCEDIMIENTO PARA LA FABRICACION DE COMPONENTES SEMICONDUCTORES". - - - - -

15. Todo ello conforme se describe y reivindica en la presente memoria que consta de catorce hojas, foliadas y mecanografiadas por una sola de sus caras.

BARCELONA, 14 OCT. 1968

P. A. M. CURELL SUÑOL