

15



322304

P - 31.162

PHB. 31.386

322304

MEMORIA DESCRIPTIVA
que se presenta para unir a la solicitud
de

PATENTE DE INVENCION

formulada el 27 de Enero de 1.966, con el número
322.304

en

E S P A Ñ A

por VEINTE años

a nombre de N.V. PHILIPS' GLOBELAMPENFABRIEKEN, entidad
Holandesa, establecida Emmasingel 29, Eindhoven, Holanda,
por:

"UN DISPOSITIVO SEMICONDUCTOR"

=====

Este invento se refiere a dispositivos semiconductores que comprenden un cuerpo semiconductor que tiene una unión p-n entre una primera región de un tipo de conductividad (tipo p ó tipo n) y una segunda región del otro tipo de conductividad (tipo n ó tipo p), una capa conductora que tiene una resistencia finita, de lámina la cual está aplicada a una superficie de la primera región, y una conexión conductora de baja resistencia a la capa conductora, en que las diferentes partes del borde de la unión p-n situadas en la superficie del cuerpo semiconduc-

5

10

322304

tor están a distancias diferentes desde la conexión conductora.

Un ejemplo de tal dispositivo es, por ejemplo, un transistor plano que tiene una región de emisor de un tipo de conductividad, la cual se extiende desde una superficie del cuerpo semiconductor a una región de base del otro tipo de conductividad, de manera que en la superficie la región de emisor está completamente empotrada en la región de base y la unión p-n entre las dos regiones termina en un borde continuo en la superficie. En muchos casos la región de emisor está cubierta sustancialmente por una capa conductora, por ejemplo una capa metálica, a la cual se hace la conexión de baja resistencia para conexión eléctrica. Esta conexión puede ser, por ejemplo, un alambre soldado o estañado a ella, o una prolongación de forma de tira de la capa conductora, la cual se extiende sobre una capa aislante provista sobre el cuerpo semiconductor.

Es sabido que, en muchos casos, durante el funcionamiento de un dispositivo semiconductor la corriente que circula a través de una unión p-n del mismo pasa por esa unión p-n sustancialmente por el borde de la misma. Tal es en particular el caso para una unión de emisor de un transistor.

Además, en muchos casos, las distancias entre partes diferentes del borde la unión p-n y la conexión conductora son diferentes, de manera que las resistencias eléctricas entre partes diferentes de ese borde y la conexión conductora son diferentes, lo cual dá lugar a irregularidades en la densidad de corriente a lo largo del borde

322304

15



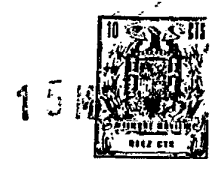
5 de la unión p-n. Especialmente en el caso de corrientes de gran intensidad, pueden producirse frecuentemente densidades de corriente excesivas localizadamente a lo largo del borde de la unión p-n, de manera que el dispositivo está expuesto a resultar deteriorado.

Es de hacer notar que este fenómeno es usualmente debido a la ausencia de simetría circular del dispositivo semiconductor.

10 Las irregularidades descritas en la densidad de corriente a lo largo del borde de la unión p-n podrían disminuirse considerablemente usando para el dispositivo semiconductor una configuración en la cual no existan sustancialmente diferencias en distancia entre las diferentes partes del borde de la unión p-n y la conexión
15 conductora (dicho con otras palabras, usando simetría circular). No obstante, ello es imposible en la práctica para muchos dispositivos semiconductores, o no deseable si se toman en consideración o tras propiedades deseadas del dispositivo.

20 En consecuencia, un objeto del invento, es entre otros, proporcionar dispositivos semiconductores de la clase mencionada en el preámbulo, en los cuales las irregularidades de densidad de corriente a lo largo del borde de la unión p-n están limitadas, al menos en gran medida, de una manera diferente y sencilla.

30 El invento se basa en el reconocimiento del hecho de que la capa conductora con su región asociada constituye el circuito de corriente entre la conexión conductora y el borde de la unión p-n, y que es posible de una manera sencilla proveer en dicha capa con su región aso-



322304

ciada una disposición de resistencia mediante la cual se suprimen considerablemente las irregularidades en densidad de corriente a lo largo del borde de la unión p-n.

5 conductor que comprende un cuerpo semiconductor que tiene una unión p-n entre una primera región de un tipo de conductividad (tipo p ó tipo n) y una segunda región del otro tipo de conductividad (tipo n ó tipo p), una capa conductora que tiene una resistencia finita de lámina, 10 aplicada a una superficie de la primera región, y una conexión conductora de baja resistencia a dicha capa conductora, en que las diferentes partes del borde de la unión p-n situadas en la superficie del cuerpo semiconductor están a distancias diferentes desde la conexión 15 conductora, está caracterizado por que la capa conductora juntamente con la primera región presenta, entre la conexión conductora y el borde de la unión p-n, una disposición de resistencia que, durante el funcionamiento, favorece la uniformidad de la densidad de corriente, a 20 lo largo del borde de la unión p-n, de la corriente que circula a través de la unión p-n.

En numerosos dispositivos puede obtenerse una limitación suficiente de las irregularidades de densidad de corriente a lo largo del borde de la unión p-n si la 25 primera región y la capa asociada presentan una disposición de resistencia satisfactoria. Este es el caso, por ejemplo, para un transistor en el cual las regiones primera y segunda son las regiones de emisor y de base, respectivamente, y en el cual, durante el funcionamiento, 30 la corriente a la conexión de base es baja. No obstante,

322304



hay también muchos dispositivos semiconductores en los cuales una conexión a la segunda región está también destinada a conducir elevadas corrientes y en los cuales, para limitar mejor las irregularidades de densidad de corriente a lo largo del borde de la unión p-n, es deseable que la segunda región, juntamente con una capa conductora asociada, presenten igualmente una disposición de resistencia satisfactoria. En consecuencia, una realización preferida del invento está caracterizada por que una superficie de la segunda región está igualmente cubierta con una capa conductora de resistencia finita de lámina, a la cual hay también hecha una conexión de baja resistencia, presentando esa capa conductora, juntamente con la segunda región, entre la conexión conductora y el borde de la unión p-n, una forma de resistencia que favorece durante el funcionamiento la uniformidad de la densidad de corriente, a lo largo del borde de la unión p-n, de la corriente que circula a través de la unión p-n. El presente invento es importante especialmente para transistores en los cuales la primera región es la región de emisor.

La disposición de resistencia deseada de una región, juntamente con su capa conductora asociada, puede obtenerse, por ejemplo, por conducción heterogénea de la región y/o de la capa conductora y/o mediante espesor irregular de la región y/o de la capa conductora, y/o mediante conformación adecuada del límite de la parte de la capa conductora en contacto con la región asociada, con respecto al borde de la unión p-n.

Una realización importante preferida de un dis-



322304

positivo semiconductor de acuerdo con el invento está caracterizada por que la disposición resistencia deseada tiene lugar debido a que la parte de una capa conductora que está en contacto con la región asociada lo está al menos sobre parte de su espesor, más alejada de la unión p-n en algunas partes de su borde que en otras. Será evidente que la resistencia entre una parte del borde de la unión p-n y la conexión conductora viene influenciada por la distancia entre la correspondiente parte del borde de la unión p-n y la parte de la capa conductora en contacto con la correspondiente región.

La parte de una capa conductora en contacto con la región asociada puede ser menor que la capa conductora debido a la interposición de una capa aislante. La capa aislante puede ser, por ejemplo, una capa de óxido provista sobre el cuerpo semiconductor.

La capa conductora puede ser de material semiconductor y tener localizadamente diferentes grados de conducción debido a concentraciones de impurezas importantes que difieren de un punto a otro. No obstante, la capa conductora es preferiblemente de un metal tal como el aluminio.

El presente invento es de especial importancia para dispositivos semiconductores en los cuales las dos regiones situadas en la superficie del cuerpo semiconductor tienen una disposición interdigital. Tal disposición interdigital se suele usar en dispositivos semiconductores para grandes potencias. La disposición de resistencia deseada puede pues obtenerse de una manera sencilla, por que la parte de la capa conductora en contacto con



322304

La región asociada está más alejada de la unión p-n en el arranque de los dedos en la forma interdigital que en los extremos libres de los dedos.

5 Las conexiones conductoras en estructuras interdigitales se hacen usualmente para unir entre sí partes de interconexión de los dedos.

A continuación se describirán realizaciones de los dispositivos semiconductores de acuerdo con el invento, a manera de ejemplo, con referencia a los dibujos esquemáticos que se acompañan, en los cuales:

10 Las Figs. 1 a 4 ilustran una realización de un transistor de acuerdo con el invento, siendo las Figs. 2 y 4 vistas en planta y las Figs. 1 y 3 vistas en sección transversal tomadas a lo largo de la línea correspondiente a la línea S-S de la Fig. 2;

15 La Fig. 5 es una vista en planta en que se ilustra una parte de una segunda realización; y

La Fig. 6 es una vista en planta en que se ilustra una parte de una tercera realización.

20 Refiriéndonos ahora a la Fig. 1, una oblea 1 de silicio del tipo n con la adición de As, que tiene una resistividad de 0,01 ohmios-cm. y que tiene de dimensiones 2,7 mm x 2,7 mm x 165 micras, soporta una capa epitaxial 2 de silicio de tipo n activado en P, que tiene
25 una resistividad de 8 a 12 ohmios-cm, y un espesor de 35 micras.

Se proporciona una capa 3 de óxido calentando el cuerpo 1,2 a 1.200°C durante una hora en una corriente de oxígeno húmedo que circula con un caudal de 1 l/min, estando el oxígeno saturado con agua a 80°C.
30

15



322304

En la capa 3 hay grabada una ventana 4 mediante una técnica fotolitográfica, y se produce una región 5 difusa del tipo p que tiene una profundidad de 10 micras, por difusión de boro en la región 2 por medio de la parte de la superficie de la región 2 que no está protegida por la capa 3.

La región 5 puede ser producida colocando el cuerpo 1, 2 en un horno, calentado el cuerpo a 900°C durante una hora y llevando el vapor producido por calentamiento de una reserva de óxido bórico, proporcionada asimismo en el horno, a 900°C, sobre el cuerpo 1, 2 mediante una corriente de nitrógeno que fluye a 100 l/min. El cuerpo 1, 2 es luego transferido a un segundo horno en el cual se completa la difusión del boro calentando el cuerpo 1, 2 a 1.200°C en una corriente de oxígeno que fluye a 1 l/min durante tres horas. La región 5 de tipo p tiene entonces una resistividad de lámina de 90-100 ohmios en cuadro. La capa de óxido (no representada) puede ser engrosada en la ventana 4 sin sacar el cuerpo 1, 2 del horno, calentando durante 30 minutos, en oxígeno húmedo, saturado a 80°C, que fluye con un caudal de 0,2 l/min durante 40 minutos, siendo mantenido el cuerpo 1, 2 a 1.200°C durante ese tiempo.

La Fig. 3 muestra una fase posterior en la fabricación del transistor. Una ventana 6 está grabada en la capa 7 de óxido engrosada y se produce una región 8 de tipo n por difusión de fósforo en la capa 2, de manera que parte de la región t pasa a ser de conductividad de tipo n. Entre las regiones 5 y 8 se produce una unión 13 de tipo p-n.

15 MA



322304

La difusión del fósforo puede llevarse a cabo calentando el cuerpo 1,2 durante hora y media a 1.160°C en una atmósfera producida mezclando gas nitrógeno que fluye a 1 l/min y gas oxígeno que fluye a 0,1 l/min y gas nitrógeno que ha sido hecho burbujear a través de POCl_3 , mantenido a una temperatura de 25°C, a un caudal de 2 cc 3/min. Al final de este tiempo, se corta la corriente de nitrógeno que ha sido hecha burbujear a través del POCl_3 y se continúa el calentamiento en condiciones por lo de-
10 mas similares durante otros 30 minutos. Luego se transfiere el cuerpo 1,2 a otro horno en el cual se calienta a 1.040°C en oxígeno húmedo, saturado con vapor a 80°C, que fluye con un caudal de 0,2 l/min durante una hora.

La región 8 tiene una resistividad de lámina de 1,3-1,5 ohmios en cuadro, la profundidad de difusión es de 7 micras y la capa de óxido (no representada) está engrosada en la ventana 6.

La vista en planta de la Fig. 2 muestra las formas de las regiones 5 y 8 y la parte 9 engrosada de la capa de óxido.

La Fig. 4, que es una vista en planta ampliada correspondiente a la parte de la Fig. 2, dentro de la línea 10 de puntos y trazos, muestra una fase posterior en la fabricación del transistor. En las capas 9 y 7 de óxido engrosadas hay formadas ventanas, los límites de las cuales se han indicado por los números de referencia 11 y 12. Se ha provisto conexión a las regiones semiconductoras 5 y 8 por medio de las ventanas 11 y 12 mediante capas conductoras, en este caso de aluminio 14 y 15, representadas rayadas, de resistencia finita de lámina. Como
30



322304

también se ha ilustrado en la Fig. 2, se han provisto conexiones conductoras de baja resistencia, representadas en líneas de trazos, 16 y 17, a la capa de aluminio 14, y se ha provisto una conexión 18 conductora de baja resistencia a la capa de aluminio 15. Las prolongaciones de dichos alambres, representadas en líneas de puntos y trazos, pueden estar conectadas a espigas de contacto sujetas a una envolvente.

Se proveen las capas 14 y 15 depositando aluminio sobre la totalidad de la superficie expuesta representada en la Fig. 2 mediante depósito por evaporación al vacío sobre las capas de óxido 3, 7 y 9, y sobre las ventanas 11 y 12 provistas en ella. El aluminio depositado tiene un espesor de 1,8 micras y una resistividad finita de lámina de 0,02 ohmios/en cuadro. Las partes no deseadas de las capas de aluminio son luego eliminadas de la manera usual por un procedimiento fotolitográfico.

Los alambres de aluminio 16, 17 y 18, cada uno de, por ejemplo, 250 micras de espesor, se aseguran por unión a presión ultrasónica.

El transistor puede terminarse sujetando la cara inferior (Fig. 1) de la región 1, a un disco de molibdeno con recubrimiento galvanoplástico de níquel y oro, con la interposición de un delgado disco de oro y por calentamiento. El disco de molibdeno puede ser luego estañado, usando soldadura eutéctica de plomo y estaño, a un colector de cobre. Los extremos libres, representados en líneas de puntos y trazos, de los conductores 16, 17 y 18 se aseguran a espigas provistas en el colector. Finalmente, el colector puede sujetarse a un bote de lata, permitiendo



322304

así encerrar una atmósfera protectora seca de nitrógeno.

Datos típicos de la presente realización son:

Ventana 4; 2,3 mm x 2,3 mm.

5 Dimensiones de envolvente exterior de la ventana 6, 1,4 mm x 1,9 mm.

Longitud de dedos de la región 8; 0,5 mm.

Anchura de dedos de la región 8; 0,18 mm.

Separación entre unión 13 y ventana 11; 20 micras

10 Separación entre capas de aluminio 14 y 15; 20 micras.

Separación entre unión 13 y ventana 12; 20 micras en los extremos de las caras de los dedos y 60 micras en los arranques de los dedos de la región 8.

15 Número de dedos (total, ambas caras); 16

En la realización anteriormente descrita, las irregularidades en densidad de corriente a lo largo del borde de la unión p-n están limitadas, ya que la distancia entre la ventana 12 (y por tanto entre la parte de la capa 15 de metal en contacto con la región 8) y dicha unión es mayor en los arranques de los dedos de la región 8 que en los extremos libres de los miembros. En funcionamiento, con la región 8 como una región de emisor y la región 5 como una región de base, la relación de corriente de emisor a corriente de base puede ser mayor de 10, y la relación de las anchuras de los dedos de emisor y los dedos de base es 3 1/2 y, por consiguiente, las irregularidades en densidad de corriente debidas a la configuración de base son, en general, hasta tal punto menores que las debidas a la configuración de emisor

20

25

30



322304

que son despreciables, y cualquier mejora por corrección en el lado de base de la unión 13 no ejercería sustancialmente influencia alguna.

La Fig. 5 es una vista en planta de un área, que se corresponde sustancialmente con la de la Fig. 4, de una segunda realización de un transistor de acuerdo con el invento. En este caso, las distancias entre las ventanas 11 y 12 y entre las capas 14 y 15 son sustancialmente constantes y se obtiene la mejora deseada debido a la unión 13 de tipo p-n que se aproxima localizadamente mucho a la capa 14. La limitación aquí obtenida es menor que en las realizaciones precedentes, pero existe cierto grado de corrección para las regiones tanto de emisor como de base. Las conexiones a las regiones de emisor y de base no se han representado en la Fig. 5, pero son similares a las representadas en la Fig. 2.

La Fig. 6 es una vista en planta que muestra las partes que son de interés de una tercera realización de un transistor de acuerdo con el invento, en el cual la región de emisor, la conexión 19 de emisor de baja resistencia y la unión 13 tienen simetría circular, de manera que no se precisa corrección alguna con respecto a las irregularidades en densidad de corriente a lo largo de la unión 13, en el lado de emisor de la unión 13. La conexión a la región de base por medio de una conexión 20 de baja resistencia es sin embargo asimétrica, y se obtiene una mejora haciendo la ventana 11 de base asimétrica con relación a la unión 13, de manera que junta a la conexión 20 la separación entre el límite 11 y la unión 13 es mayor que en las posiciones más alejadas de la conexión 20.

322304

Es de hacer notar que, aunque la descripción que se acaba de hacer se refiere a dispositivos planos, es alternativamente posible para los dispositivos que sean de configuración de mesa, por ejemplo, como se ha
5 indicado en la Fig. 3, en que el material del cuerpo 1,2 puede ser desprendido por ataque químico fuera de las líneas de trazos 21.

Por otra parte, aunque en lo que antecede se ha descrito la fabricación de un sólo dispositivo mediante
10 una oblea, pueden fabricarse gran número de dispositivos, simultáneamente, cada uno en un área diferente de una lámina no dividida, siendo dividida la lámina para proporcionar dispositivos individuales antes del montaje o encapsulado.

15 En relación con los dibujos, se menciona que las secciones transversales de la Fig. 1 y 3 no están rayadas, ya que todas las partes representadas están en sección transversal y las figuras aparecen más claras en forma no rayada; adicionalmente, la difusión, en la prác-
20 tica, no se interrumpirá en el borde de la ventana asociada y, de hecho, se obtendrán regiones con difusión 5 y 8 las cuales se extienden hacia fuera más allá de los bordes de las capas 3 y 7 asociadas protectoras de óxido en distancias cortas aproximadamente iguales al espesor
25 de las regiones con difusión. Esa difusión hacia fuera no se ha representado con objeto de simplificar, más especialmente las figuras representadas en planta.

Será evidente que el invento no queda limitado a las realizaciones descritas y que para un experto
30 en la técnica son posibles numerosas variaciones sin re-

15 MAR



322304

basar el alcance del invento. Así, por ejemplo, pueden usarse materiales semiconductores distintos al silicio, y puede hacerse una región, por ejemplo, de forma de estrella en lugar de ser de forma de peine. La disposición de resistencia deseada de una región juntamente con la capa conductora asociada, puede determinarse fácilmente por cálculo y/o por experimentación, para cualquier configuración deseada de dispositivo semiconductor.

La presente solicitud, que corresponde a la presentada en Gran Bretaña el 29 de Enero de 1.965, bajo el nº. 4027/65, se acoge a los beneficios del artículo 51 del vigente Estatuto sobre Propiedad Industrial.

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 en España, por VEINTE años, son los siguientes:

I.- Un dispositivo semiconductor que comprende un cuerpo semiconductor que tiene una unión p-n entre una primera región de un tipo de conductividad (tipo p o tipo n) y una segunda región del otro tipo de conductividad (tipo n o tipo p), una capa conductora que tiene una resistencia finita de lámina, que está aplicada a una superficie de la primera región, y una conexión conductora de baja resistencia a la capa conductora, estando partes diferentes



322304

del borde de la unión p-n situadas en la superficie del cuerpo semiconductor a distancias diferentes de la conexión conductora, caracterizado porque la capa conductora junto con la primera región presenta entre la conexión
5 conductora y el borde de la unión p-n una disposición de resistencia que, durante el funcionamiento, aumenta la uniformidad de la densidad de corriente a lo largo del borde de la unión p-n de la corriente que pasa a través de la unión p-n.

10 2.- Un dispositivo semiconductor según la reivindicación 1, caracterizado porque una superficie de la segunda región está también cubierta con una capa conductora que tiene una resistencia finita de lámina y a la que está hecha también una conexión de baja resistencia, tenien-
15 do dicha capa conductora junto con la segunda región, entre la conexión conductora y el borde de la unión p-n, una disposición de resistencia que durante el funcionamiento aumenta la uniformidad de la densidad de corriente a lo largo del borde de la unión p-n de la corriente que pasa
20 a través de la unión p-n.

3.- Un dispositivo semiconductor según la reivindicación 1 o 2, caracterizado por que la primera región es la región de emisor de un transistor.

25 4.- Un dispositivo semiconductor según una o más de las reivindicaciones precedentes, caracterizado en que la disposición de resistencia deseada aparece debido a que parte de una capa conductora que hace contacto con la región asociada está, al menos en parte de su espesor más alejada de la unión p-n en algunas partes del borde que en
30 otras.



15

322304

5.- Un dispositivo semiconductor según la reivindicación 4, caracterizado porque la parte de la capa conductora que hace contacto con la región asociada es más pequeña que la capa conductora debido a la interposición de una capa aislante.

6.- Un dispositivo semiconductor, según la reivindicación 5, caracterizado porque la capa aislante es una capa de óxido, formada sobre la superficie de semiconductor.

10 7.- Un dispositivo semiconductor según una o más de las reivindicaciones precedentes, caracterizado porque una capa conductora consiste en un metal tal como aluminio.

15 8.- Un dispositivo semiconductor según una o más de las reivindicaciones precedentes, caracterizado porque las dos regiones situadas en la superficie del cuerpo semiconductor tienen una disposición interdigital.

20 9.- Un dispositivo semiconductor según las reivindicaciones 4 y 8, caracterizado porque la parte de la capa conductora que hace contacto con la región asociada está más separada de la unión en el arranque de los dedos de la disposición interdigital que en los extremos libres de los mismos.

10.- Un dispositivo semiconductor.

25 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.



322304

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

Madrid, 15 MAR 1938

P. A.

Alfonso de los Rios
Per. Pagan.
Alfonso de los Rios

BPD/.

322304

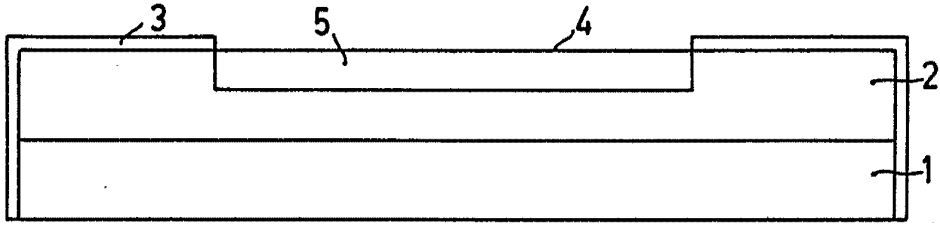


FIG. 1

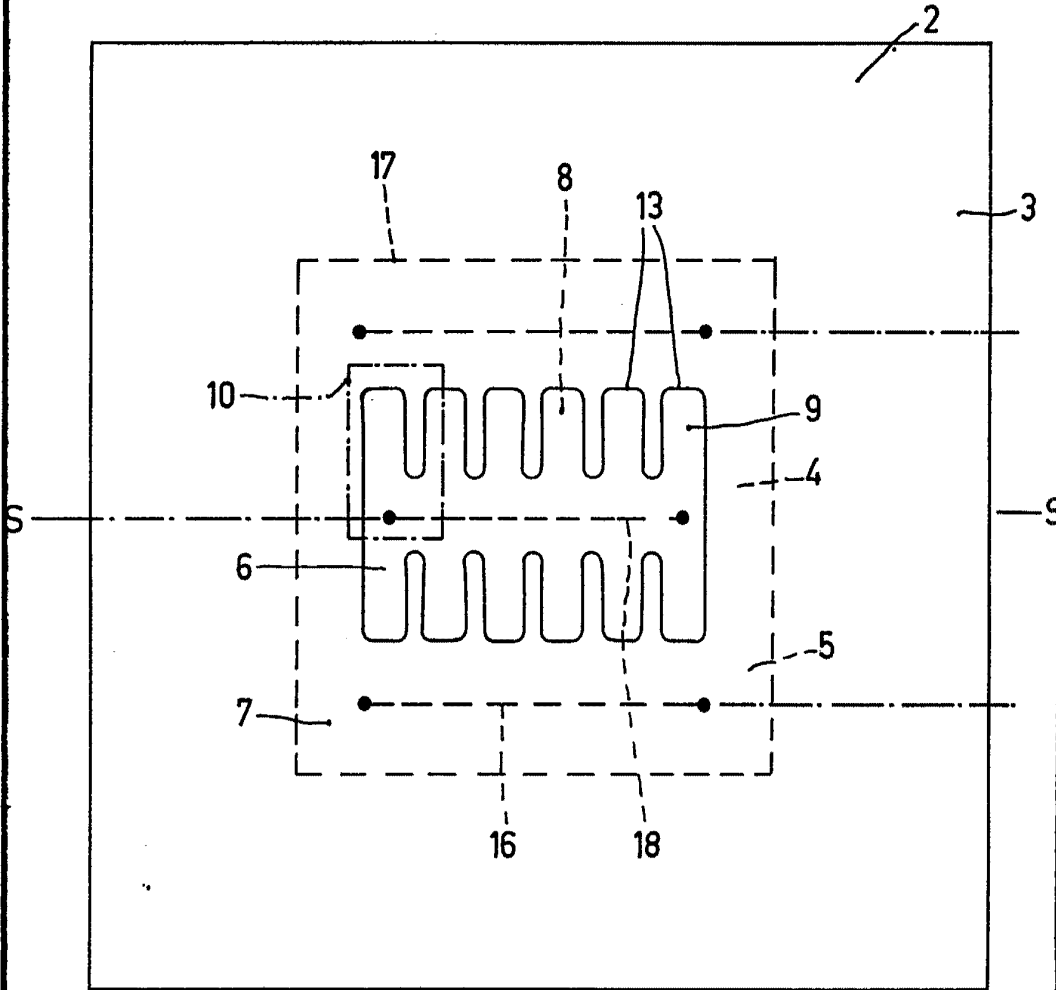


FIG. 2

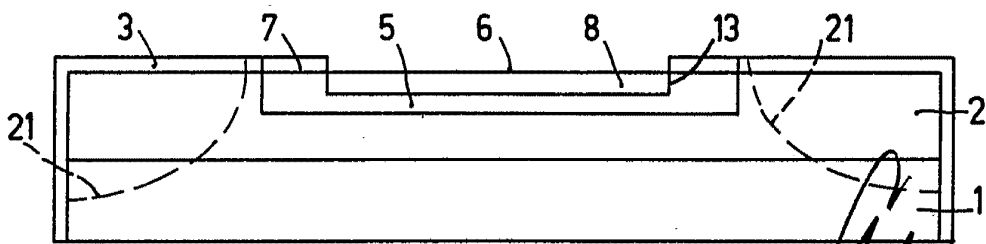
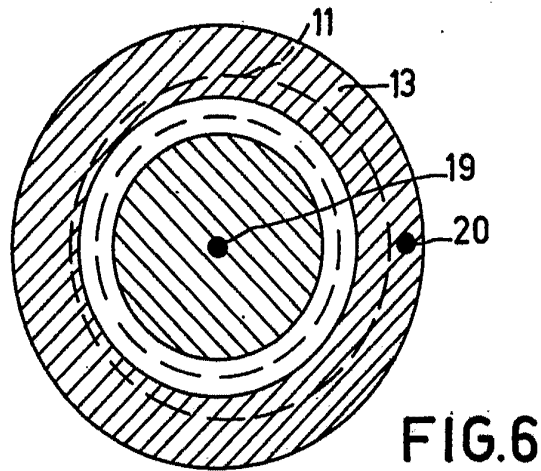
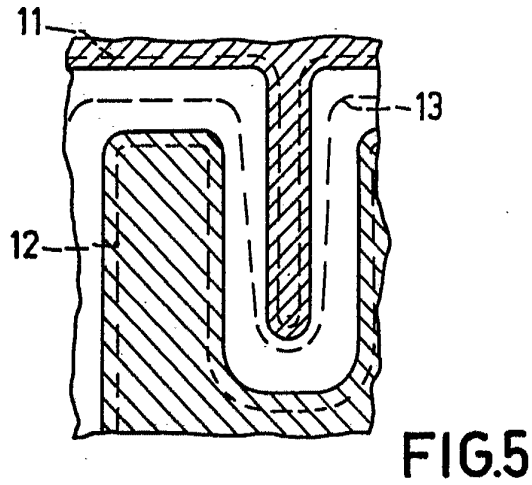
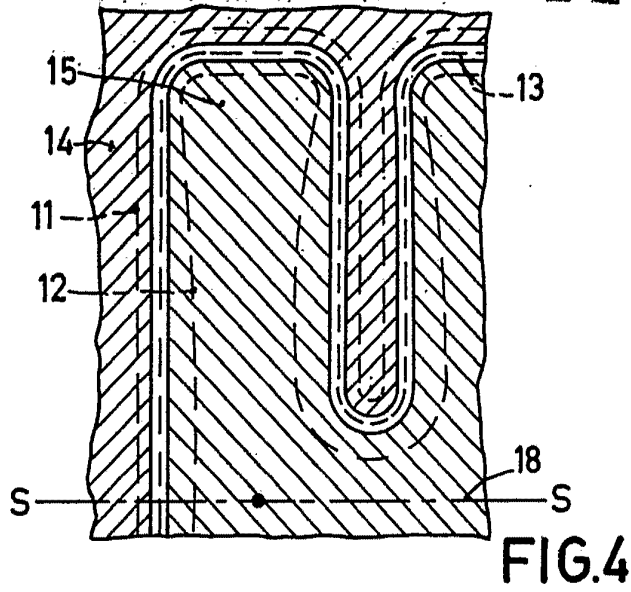


FIG. 3

Handwritten signature or initials in the bottom right corner.

3223 04



Arta