(19) OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 543 887**

(51) Int. CI.:

H01J 37/32 (2006.01)
C01B 33/035 (2006.01)
C23C 16/44 (2006.01)
C23C 16/46 (2006.01)

(12) TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA T3

(96) Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **27.06.2012 E 12173737 (3)**

(97) Fecha y número de publicación de la concesión europea: **20.05.2015 EP 2544215**

(54) Título: **Dispositivo protector para sistemas de fijación de electrodos en unos reactores de CVD**

(30) Prioridad:

06.07.2011 DE 102011078727

(45) Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
25.08.2015

(73) Titular/es:

WACKER CHEMIE AG (100.0%)
Hanns-Seidel-Platz 4
81737 München, DE

(72) Inventor/es:

MÜLLER, BARBARA;
KRAUS, HEINZ;
MONZ, ELMAR y
SOFIN, MIKHAIL

(74) Agente/Representante:

LEHMANN NOVO, María Isabel

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín europeo de patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Dispositivo protector para sistemas de fijación de electrodos en unos reactores de CVD

El invento se refiere a un dispositivo para la protección de sistemas de fijación de electrodos en unos reactores de CVD (de Chemical Vapor Deposition = deposición química desde la fase de vapor).

Un silicio policristalino muy puro (un polisilicio) se produce por regla general mediante el proceso de Siemens. En este caso, un gas de reacción, que contiene uno o varios componentes, que contienen silicio y eventualmente hidrógeno, se introduce en un reactor, que contiene unos cuerpos de soporte, los cuales son calentados mediante paso directo de la corriente eléctrica a su través, junto a los que el silicio se deposita en forma sólida.

Como compuestos que contienen silicio se emplean de manera preferida el silano (SiH_4), el monoclorosilano (SiH_3Cl), el diclorosilano (SiH_2Cl_2), el triclorosilano ($SiHCl_3$), el tetraclorosilano ($SiCl_4$) o respectivamente unas mezclas de ellos.

Cualquier cuerpo de soporte está compuesto en la mayor parte de los casos a base de dos delgadas barras filamentosas y en un puente que une a las barras, por regla general contiguas, junto a sus extremos libres. Con la mayor frecuencia, las barras filamentosas se producen a base de un silicio mono- o policristalino, más raramente pasan a emplearse unos metales o respectivamente unas aleaciones o carbono. Las barras filamentosas se meten verticalmente dentro de unos electrodos, que están situados junto al fondo del reactor, a través de los cuales se efectúa la conexión al sistema de fijación de un electrodo y al sistema de abastecimiento de corriente eléctrica. Junto a las barras filamentosas calentadas y al puente horizontal se deposita un polisilicio muy puro, con lo cual el diámetro de éstas (o de éste) crece en el transcurso del tiempo. Después de que se haya alcanzado el diámetro deseado, se finaliza el proceso.

Las barras de silicio son sostenidas dentro del reactor de CVD por unos electrodos especiales, que por regla general se componen a base de grafito. En cada caso dos barras delgadas, con diferente polarización de la tensión eléctrica junto a los sistemas de fijación de electrodos, están unidas al otro extremo de una barra delgada con un puente, para establecer un circuito de corriente eléctrica. A través de los electrodos y de sus sistemas de fijación de electrodos se aporta la energía eléctrica para efectuar la calefacción de las barras delgadas. En tal caso, crece el diámetro de las barras delgadas. Al mismo tiempo, el electrodo crece, comenzando por su punta, en el pie de barra de las barras de silicio. Después de haber alcanzado un diámetro sólido deseado de las barras de silicio, se finaliza el proceso de deposición, luego las barras de silicio se enfrían y se desmontan

Una importancia especial les corresponde en el presente caso a la protección del sistema de fijación de un electrodo, que está guiado a través de la placa de fondo, y a la junta de estanqueidad circundante. Puesto que la tendencia se dirige hacia unas barras cada vez más largas y más gruesas en unos ciclos de deposición más cortos, tienen importancia precisamente la disposición y la forma de los cuerpos protectores de las juntas de estanqueidad de los electrodos así como el material de la junta de estanqueidad protectora. En efecto, mediante una optimizada disposición, se pueden evitar las posibles perturbaciones, que influyen sobre el rendimiento y o la calidad, durante el proceso de deposición de polisilicio. A las posibles perturbaciones que se producen durante el proceso de deposición, que influyen sobre el rendimiento o la calidad, pertenecen por ejemplo también unos fallos eléctricos causados por unos contactos a tierra durante la deposición. Esta perturbación reduce el rendimiento de producción, puesto que el proceso es interrumpido prematuramente.

También dependiendo de la posterior utilización de las barras de silicio que se han producido de esta manera, se plantean muy diversos requisitos en cuanto a las barras de silicio y al proceso de deposición y por consiguiente al sistema de fijación de los electrodos y a su protección. Si, por ejemplo, el silicio policristalino se utiliza posteriormente en fragmentos de silicio para unos usos en aplicaciones solares y electrónicas, las barras de silicio no deben caerse durante o después del proceso de deposición ni resultar impurificadas por los materiales ajenos salientes a partir de p.ej. los materiales de estanqueidad que entran en contacto con los productos. Unas barras de silicio policristalinas largas y gruesas aumentan la rentabilidad del proceso de deposición, pero también el riesgo de su caída dentro del reactor.

En el documento de solicitud de patente internacional WO 2010/083899 A1 se divulga un dispositivo protector de electrodos según el estado de la técnica. En este caso, se describen unas barras delgadas en un adaptador hecho a base de grafito que se mete dentro de un anillo de apriete hecho a base de grafito, que por su parte coopera con la placa de fondo del reactor de CVD a través de un anillo hecho a base de cuarzo, para la producción de un silicio policristalino según el proceso del monosilano.

En el estado de la técnica se intentó resolver la problemática de los fallos eléctricos por medio de una junta de estanqueización y un aislamiento de los electrodos que están guiados a través de la placa de fondo.

A partir del documento WO 2010/083899 A1 es conocido apantallar contra las cargas térmicas a las juntas de estanqueidad de los electrodos mediante unos anillos protectores hechos a base de cuarzo.

En el documento de solicitud de patente alemana DE 23 28 303 A1 se describe un procedimiento para la producción de barras y tubos que se hacen a base de silicio por deposición del correspondiente material semiconductor a partir de la fase gaseosa junto a la superficie de envoltura de un soporte calentado, que se extiende longitudinalmente, en particular hecho a base de silicio o grafito, que se compone de un recipiente de reacción con una placa de fondo hecha a base de un metal con por lo menos un electrodo que sirve para la fijación de un extremo del soporte extendido longitudinalmente y para la calefacción del soporte, cuyo electrodo está aislado eléctricamente y es guiado estancamente a través de la placa de fondo, el cual está caracterizado por que una primera parte de electrodo, que se compone a base de un metal, está fijada en la placa de fondo, mediando intercalamiento de una capa estanqueizadora, que está hecha a base de un material aislante inerte, en particular un poli(tetrafluoroetileno), y tiene un resalto que sobresale dentro del recinto de reacción, sobre el cual se asienta de modo recambiable otra parte de electrodo que se compone a base de un metal o de carbono, cuya parte de electrodo posee junto a su superficie libre la superficie de adaptación que está destinada al alojamiento y a la fijación del soporte.

Una primera parte del sistema de fijación de un electrodo, que se compone a base de un metal, está por lo tanto fijada en la placa de fondo, mediando guía intercalada de una capa estanqueizadora hecha a base de un material aislante inerte.

El documento de solicitud de patente japonesa JP 2009-221058 A2 divulga una estanqueización y un aislamiento mediante el empleo de un especial material cerámico con zirconio, de un grafito flexible y de unos anillos tóricos revestidos como junta de estanqueidad. Tales materiales tienen una estabilidad frente a altas temperaturas y hacen posible un sellado de la rendija existente entre los electrodos y la placa de fondo.

El documento WO 2010/068849 A1 describe un aislamiento térmico mejorado en la zona de la guía de los electrodos a través de la placa de fondo mediando el empleo de un cuerpo metálico, que está provisto de un revestimiento superficial aislante.

El documento de solicitud de patente de los EE.UU. US 2010/147219 A1 divulga un electrodo para el alojamiento de una barra filamentosa, que está colocada dentro de un rebajo de una placa de fondo, estando colocado entre la placa de fondo y el electrodo un material de estanqueidad, que está protegido mediante un anillo de electrodo colocado en forma circular en torno al electrodo y que se compone a base de un material aislante tal como un material cerámico o cuarzo.

El documento WO 2011/092276 A1 divulga un electrodo para un reactor que está destinado a la producción de un silicio policristalino, estando fijados varios electrodos en una placa de fondo del reactor y soportando ellos a unas barras filamentosas, siendo el electrodo tensado previamente por medios mecánicos con varios elementos elásticos en dirección a un lado superior de la placa de fondo y estando insertado entre la placa de fondo y el electrodo un elemento de estanqueidad que circula radialmente. El elemento de estanqueidad puede ser apantallado mediante un anillo hecho de un material cerámico.

El documento de solicitud de patente alemana DE 24 32 383 A1 divulga un reactor provisto de unos electrodos, que sirven para la fijación y la calefacción eléctrica de unas barras filamentosas, y que están guiados de un modo estanco a los gases mediante una placa metálica de fondo, estando compuestos a base de plata los electrodos así como la placa de fondo situada junto a la superficie que colinda con el recinto de reacción, componiéndose los electrodos individuales en cada caso a base de por lo menos un cuerpo hecho de plata fina y en cada caso a base de por lo menos un cuerpo que está hecho de un metal de menor valor, pero que conduce bien la electricidad, tal como p.ej. cobre, de tal manera que solamente la parte de electrodo que se compone de plata fina colinda con el recinto de reacción.

El documento de solicitud de patente europea EP 2 161 241 A2 divulga un reactor con un electrodo, que soporta una barra de inoculación de silicio y que se compone a base de grafito, un sistema de fijación de un electrodo en un orificio de la placa de fondo, que sostiene al electrodo, un sistema de fijación para el cuerpo de soporte, una caperuza térmica entre el sistema de fijación para el cuerpo de soporte y el sistema de fijación de un electrodo, que tiene un orificio, con el fin de alojar y sostener al tramo extremo inferior del sistema de fijación para el cuerpo de soporte, un elemento protector para la caperuza térmica, que tiene la forma de una placa similar a un anillo, que cubre a una superficie superior de la caperuza térmica y tiene un orificio, a través del cual es guiado el sistema de fijación para el cuerpo de soporte.

No obstante, los dispositivos que se han conocido hasta ahora no muestran una suficiente protección de la junta de estanqueidad de los sistemas de fijación de un electrodo. Esto tiene como consecuencia el hecho de que se aumenta la probabilidad de fallos a causa de los efectos corrosivos así como de los contactos con tierra. Además de esto, todavía no se encontró hasta ahora ninguna suficiente protección de la junta de estanqueidad contra la

corrosión y por consiguiente contra la descarga de unas sustancias (en particular sustancias dopantes) que influyen sobre la calidad de los productos.

Una misión del invento es la puesta a disposición de un dispositivo, que reduzca manifiestamente a estos efectos.

El problema planteado por la misión del invento se resuelve por medio de un dispositivo destinado a la protección de unos sistemas de fijación de electrodos en unos reactores de CVD, que comprende un electrodo apropiado para el alojamiento de una barra filamentosa, que está situado sobre un sistema de fijación de un electrodo hecho a base de un material conductivo de la electricidad, que está colocado dentro de un rebajo de una placa de fondo, siendo estanqueizado con un material de estanqueidad un espacio intermedio existente entre el sistema de fijación de un electrodo y la placa de fondo y siendo protegido el material de estanqueidad por medio de un cuerpo protector constituido por una o múltiples piezas, que está dispuesto en forma anular en torno al sistema de fijación de un electrodo, que se va reduciendo en su extensión axial, por lo menos en algunos tramos, con una distancia radial creciente desde el sistema de fijación de un electrodo.

Asimismo, el problema planteado por esta misión se resuelve mediante un procedimiento para la producción de un silicio policristalino, que comprende la introducción de un gas de reacción, que contiene un componente que contiene silicio, e hidrógeno, dentro de un reactor de CVD, que contiene por lo menos una barra filamentosa, que se encuentra situada sobre uno de los dispositivos que se han mencionado con anterioridad, la cual es abastecida con corriente eléctrica mediante el electrodo y es calentada de esta manera mediante paso directo de la corriente eléctrica a una temperatura, con la que el silicio se deposita sobre la barra filamentosa.

De manera preferida, el cuerpo protector del dispositivo conforme al invento está estructurado de tal manera que, durante el funcionamiento del reactor de CVD, los gases de reacción son conducidos hacia la parte inferior del filamento que está situado sobre el electrodo, y que en lo sucesivo se designará como pie de barra. Esto se puede ejecutar p.ej. de una manera tal que el cuerpo protector comprenda uno o varios anillos protectores que están dispuestos concéntricamente en torno a los electrodos, los cuales, individualmente o en suma, crecen en su altura en dirección a los electrodos, de manera tal que un gas de reacción, que afluye desde un orificio para la entrada de gases o respectivamente una tobera del reactor, es conducido a través de la geometría de los anillos protectores hasta el pie de barra.

La geometría óptima del cuerpo protector depende también de la altura del sistema de fijación de un electrodo y de la longitud del electrodo. Unas dimensiones preferentes de los cuerpos protectores de electrodos son las de: diámetro: 50 - 250 mm, de manera especialmente preferida 100 - 170 mm, altura: 20 - 100 mm, de manera especialmente preferida 20 - 70 mm, espesor: 10 - 100 mm de manera especialmente preferida 10 - 50 mm. La pendiente de los cuerpos protectores geométricos, que se utilizan individualmente o en combinación, es de manera preferida de 30º - 60º, de manera especialmente preferida de 40º - 50º.

Esta disposición del cuerpo protector hace posible un crecimiento rápido y uniforme del silicio junto al pie de una barra. Se ha puesto de manifiesto que de esta manera se puede impedir ampliamente el crecimiento irregular del silicio que se observa en el estado de la técnica, lo cual puede conducir a una caída del filamento, y por lo tanto se alcanza una reducción de la tasa de caídas.

Es conocido que unas cargas caídas significan un gran daño económico. Así, por ejemplo, al producirse la caída de las barras de silicio, se puede llegar a deterioros para las paredes del reactor. Las barras de silicio caídas son ensuciadas e impurificadas en tal caso mediante el contacto con el reactor y deben de ser limpiadas y purificadas junto a la superficie. Adicionalmente, unas cargas caídas pueden ser desmontadas desde el reactor solamente con elevado gasto. En tal caso la superficie del silicio es contaminada aún más.

El invento prevé por lo tanto emplear unos cuerpos protectores optimizados para juntas de estanqueidad y aislamientos junto a sistemas de fijación de electrodos.

Los cuerpos protectores fueron optimizados en lo referente a su geometría y al material empleado así como a su disposición sobre la placa de fondo.

Junto a la pura función protectora contra una irradiación directa para la junta de estanqueidad empleada, se influye positivamente también sobre la circulación del gas en el recinto de reacción en lo que se refiere a la junta de estanqueidad y a los pies de barra, toda vez que las juntas de estanqueidad están sometidas a una temperatura más pequeña.

De esta manera, resultan más improbables un embadurnamiento de los cuerpos de estanqueidad y aislamiento incluso en el caso de unas más altas dimensiones de la junta de estanqueidad y un fallo por contacto con tierra y unas faltas de estanqueidad del reactor hacia el entorno así como la incorporación de sustancias dopantes en el sistema.

Por lo demás, se pudo observar que un tratamiento superficial de los anillos protectores reduce manifiestamente la frecuencia de contactos con tierra.

Fue esencial para la consecución del objetivo del invento prever unos cuerpos geométricos en disposición concéntrica en torno a la guía a través de los electrodos y de los electrodos que conducen la corriente eléctrica.

Mediante una tal disposición, se consigue no solamente una protección térmica del cuerpo de estanqueidad y aislamiento del sistema de fijación de un electrodo contra la placa de fondo, sino también una modificación de la circulación junto a un pie de barra de las barras de polisilicio que se habían depositado.

Unos efectos corrosivos, que se observaron en el estado de la técnica con un cuerpo protector no optimizado situado junto al anillo de estanqueidad y aislamiento, ya no aparecen en el caso de la utilización del cuerpo protector optimizado.

Una forma de realización del invento prevé disponer concéntricamente varios anillos en torno al sistema de fijación de un electrodo, disminuyendo la altura de los anillos con un radio creciente de estos anillos, estando previsto un anillo protector adicional que tiene un radio más pequeño que el de los demás anillos protectores dentro de un rebajo existente entre los electrodos y la placa de fondo. Este anillo protector adicional comprende de manera preferida dos mitades de anillo, compárese la Fig. 7A.

Es también preferido prever en la proximidad de los electrodos un anillo con la altura más grande, disminuyendo la altura de los demás anillos con una distancia creciente desde el electrodo.

Esta forma de realización del invento prevé varios anillos, es decir varios cuerpos individuales.

Sin embargo, en el marco de la segunda forma de realización del invento también es preferido prever un cuerpo geométrico individual, disminuyendo, también en el caso de este cuerpo, la altura con una distancia creciente desde el sistema de fijación de un electrodo.

También es preferido el empleo de unos cuerpos geométricos de cualquier forma, siempre y cuando que un extremo del cuerpo sea más alto que el otro extremo del cuerpo.

Los anillos o respectivamente cuerpos empleados pueden apoyarse sobre la placa de fondo del reactor.

Asimismo es preferido hundir parcialmente a los anillos o respectivamente cuerpos dentro de la placa de fondo.

Los anillos o respectivamente cuerpos contienen de manera preferida un cuarzo translúcido (que es permeable para unas longitudes de onda comprendidas entre 300 y 10.000 nm con una transmisión espectral de hasta un 1 %), plata, un silicio (policristalino y/o monocristalino), carburo de wolframio, carburo de Si, un grafito revestido con silicio, un carbono reforzado con fibras de carbono (= Carbon Fiber reinforced Carbon, acrónimo CFC) materiales compuestos, wolframio u otros metales que funden a altas temperaturas.

A causa de la alta carga térmica es muy especialmente preferido el crecimiento de una delgada capa de silicio por encima de los cuerpos protectores durante el proceso de CVD. La superficie de los cuerpos geométricos puede no ser tratada o haber sido tratada previamente en su totalidad o en compartimientos individuales. Se ha manifestado como ventajoso tratar previamente por lo menos a las superficies que tienen el diámetro más pequeño del anillo protector, que se encuentra situado en la proximidad de los electrodos, de tal manera que al realizar una medición de la aspereza se alcance un valor de Ra = 10 - 40 (valor medio aritmético de Ra; magnitud característica de acuerdo con la norma DIN EN ISO 4287).

Es preferido el empleo de unos cuerpos protectores que tienen una profundidad de las asperezas de 15 – 30, es especialmente preferido un valor de Ra que está comprendido entre 16 y 25.

En el caso de la utilización de unos cuerpos protectores puede tratarse también de unas piezas moldeadas por colada hechas a base de plata.

Los cuerpos moldeados pueden encontrar una utilización en una sola vez o en múltiples veces al realizar la deposición de un silicio policristalino de acuerdo con el procedimiento de Siemens. En tal caso los cuerpos moldeados se introducen en un estado cepillado o limpiado en húmedo o respectivamente en seco.

Ambas formas de realización del invento se distinguen por el hecho de que ellas pueden ejecutar un buen apantallamiento del electrodo y de la junta de estanqueidad, así como dar lugar a una optimización local de la circulación de los gases.

Fundamentalmente, los cuerpos moldeados empleados son manipulables con facilidad.

El reactor comprende varios filamentos en forma de U, junto a los que se puede depositar un silicio policristalino.

Para esto, mediante unas toberas se introduce dentro del reactor un gas de reacción, que comprende un compuesto que contiene silicio. Los filamentos son abastecidos con corriente eléctrica mediante una conexión a una fuente de tensión eléctrica y son calentados hasta una temperatura para la deposición.

El reactor comprende un fondo de reactor. Sobre este fondo o fondo de reactor están colocados un gran número de electrodos destinados al alojamiento de los filamentos.

El dispositivo conforme al invento pasa a emplearse de manera preferida en el caso de la deposición de un polisilicio en un reactor de CVD.

El sistema de fijación de un electrodo se compone de unos metales conductivos de la electricidad, de manera preferida a base de uno o varios materiales seleccionados entre el conjunto que se compone de latón, plata y cobre o una combinación de estos materiales.

En lo sucesivo el invento es explicado con ayuda de unas Figuras.

Breve descripción de las Figuras

La **Fig. 1** muestra esquemáticamente la guía a través de la placa de fondo de un reactor de CVD, que es necesaria para el abastecimiento con corriente eléctrica, y de los correspondientes electrodos.

La **Fig. 2** muestra esquemáticamente dos formas de realización **2A** y **2B** de la disposición de electrodos con unos cuerpos protectores.

La **Fig. 3** muestra una disposición de electrodos con unos cuerpos protectores hechos de varias partes, que están dispuestos concéntricamente.

La **Fig. 4** muestra un dispositivo con un cuerpo protector hecho de una sola parte.

La **Fig. 5** muestra una disposición de electrodo con solamente un anillo protector.

La **Fig. 6** muestra una disposición como la de la **Fig. 4** con una vista superior..

La **Fig. 7** muestra unas formas de realización **7A**, **7B** y **7C** para unos anillos protectores divididos.

La **Fig. 8** muestra una forma de realización para la combinación de varios anillos que van creciendo en la altura y que han sido desplazados por debajo de los electrodos.

Lista de los signos de referencia que se utilizan

1 placa de fondo
2 sistema de fijación de un electrodo
3 manguito
4 junta de estanqueidad
5 cuerpo protector

La Fig. 1 muestra la placa de fondo metálica 11 de un reactor y un sistema 21 de fijación de un electrodo.

La placa de fondo 11 está provista de una perforación a su través, que está revestida con un manguito 31 y a través de la cual está guiado y adaptado de un modo estanco a los gases un sistema 21 de fijación de un electrodo.

El espacio intermedio, existente entre el sistema 21 de fijación de un electrodo y la placa de fondo 11, está estanqueizado con una junta de estanqueidad 41, que de manera preferida está hecha de un poli(tetrafluoroetileno) (PTFE). También el manguito 31 se compone de manera preferida de un PTFE.

Como un material para la junta de estanqueidad 41 se han manifestado como apropiados/as unos materiales de estanqueidad constituidos a base de un PTFE, unos materiales de estanqueidad constituidos a base de mica con un apoyo hecho a base de un PTFE y unas juntas de estanqueidad hechas a base de un PTFE que tienen una

proporción de 30-40 % de dióxido de carbono. Se han manifestado como especialmente apropiadas unas juntas de estanqueidad hechas a base de un material de estanqueidad constituido a base de un PTFE reestructurado.

El sistema 21 de fijación de un electrodo abarca de manera preferida uno o varios materiales, seleccionados entre el conjunto que se compone de latón, plata y cobre.

La **Fig. 2** muestra dos formas de realización para la colocación de unos anillos protectores.

La referencia 52 muestra un anillo protector hecho de cuarzo, que está dispuesto en torno a un sistema 22 de fijación de un electrodo.

La Figura 2A muestra un anillo protector 521, que se apoya sobre la placa de fondo 12.

La Figura 2B muestra un anillo protector 522, que está hundido parcialmente dentro de la placa de fondo 12.

La **Fig. 3** muestra varios anillos protectores 531, los cuales de manera preferida están dispuestos concéntricamente en torno al sistema 23 de fijación de un electrodo. Los anillos protectores 531 se apoyan sobre la placa de fondo 13.

La **Fig. 4** muestra una forma de realización para unos anillos protectores hechos de una sola pieza.

Se muestra un anillo protector 541 que está dispuesto junto al sistema 24 de fijación de un electrodo y que disminuye en su altura al aumentar la distancia desde el sistema 24 de fijación de un electrodo. La altura máxima del anillo protector 541 corresponde aproximadamente al extremo superior del sistema 24 de fijación de un electrodo, o se extiende ligeramente por encima de éste. El anillo protector 541 se apoya sobre la placa de fondo 14. La referencia 44 muestra la junta de estanqueidad que se ha de proteger.

La **Fig. 5** muestra un anillo protector 55 desplazado entre la placa de fondo 15 y unos electrodos 25. El anillo protector 55 está constituido de una sola pieza y se apoya sobre la placa de fondo 15.

La **Fig. 6** muestra la situación junto a una disposición de electrodos, y la **Fig. 4** corresponde a una vista superior de esta disposición. En el presente caso se pone de manifiesto que se trata de una disposición de forma anular.

La referencia 16 muestra la placa de fondo, sobre la que se apoya el anillo protector 561.

La **Fig. 7** muestra asimismo unas vistas superiores de tres formas de realización de disposiciones de electrodos.

La referencia 27 muestra el sistema de fijación de un electrodo, la referencia 57 representa en cada caso a un anillo protector.

El anillo protector 57 está en cada caso dividido en varias partes.

La referencia **7A** muestra un anillo protector 57, que está dividido en dos partes (formando un ángulo de 180º).

La referencia **7B** muestra un anillo protector 57, que está dividido en tres partes (formando un ángulo de 120º).

La referencia **7C** muestra un anillo protector 57, que está dividido cuatro veces (formando un ángulo de 90º).

La **Fig. 8** muestra una forma de realización para la combinación de varios anillos 581 que van aumentando en altura y unas mitades de anillos que están encajadas entre el sistema 28 de fijación de electrodo.

REIVINDICACIONES

1. Un dispositivo destinado a la protección de unos sistemas de fijación de electrodos en unos reactores de CVD, que comprende un electrodo apropiado para el alojamiento de una barra filamentosa, que está situado sobre un sistema de fijación de un electrodo hecho a base de un material conductivo de la electricidad, que está colocado dentro de un rebajo de una placa de fondo, siendo estanqueizado con un material de estanqueidad un espacio intermedio existente entre el sistema de fijación de un electrodo y la placa de fondo y siendo protegido el material de estanqueidad por medio de un cuerpo protector constituido por una o múltiples piezas, que está dispuesto en forma anular en torno al sistema de fijación de un electrodo, que se va reduciendo en su extensión axial, por lo menos en algunos tramos, con una distancia radial creciente desde el sistema de fijación de un electrodo.

2. Un dispositivo de acuerdo con la reivindicación 1, estando constituido el cuerpo protector a base de varias partes o piezas, las cuales están dispuestas concéntricamente en torno al sistema de fijación de un electrodo.

3. Un dispositivo de acuerdo con la reivindicación 1 o la reivindicación 2, siendo seleccionado el material del cuerpo protector entre el conjunto que se compone de un cuarzo traslúcido, plata, un silicio mono- o policristalino, carburo de wolframio, carburo de silicio, un grafito revestido con silicio, unos materiales compuestos de CFC, wolframio y otros metales que funden a altas temperaturas.

4. Un dispositivo de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 hasta 3, componiéndose el cuerpo protector, por lo menos parcialmente, a base de un cuarzo traslúcido o de plata.

5. Un dispositivo de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 hasta 4, estando constituido el cuerpo protector a base de varias partes, de las cuales por lo menos una se compone de un cuarzo traslúcido o de plata.

6. Un dispositivo de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 hasta 5, siendo protegido el material de estanqueidad adicionalmente por medio de un cuerpo protector, que está dispuesto en forma anular en torno al sistema de fijación de un electrodo, y de la placa de fondo.

7. Procedimiento para la producción de un silicio policristalino, que comprende la introducción de un gas de reacción, que contiene un componente que contiene silicio, y de hidrógeno en un reactor de CVD que contiene por lo menos una barra filamentosa que se encuentra situada sobre un dispositivo de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 hasta 6, que es abastecido con corriente eléctrica mediante el electrodo y es calentado de esta manera, mediante el paso directo de la corriente eléctrica a su través, hasta una temperatura con la que el silicio se deposita sobre la barra filamentosa.

Fig. 1

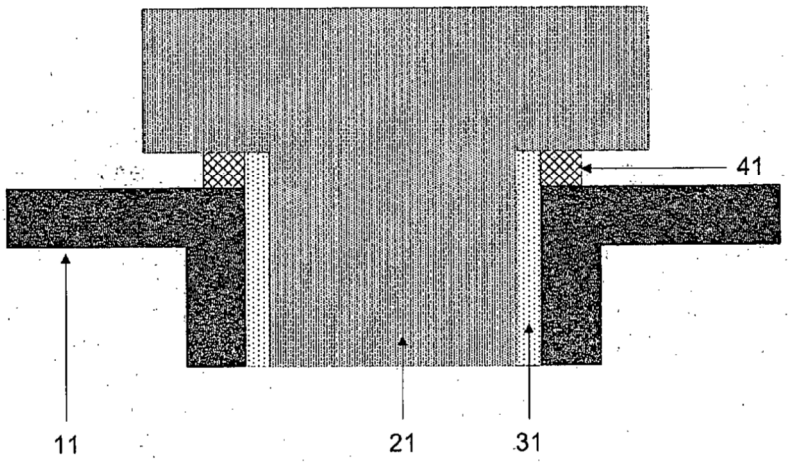
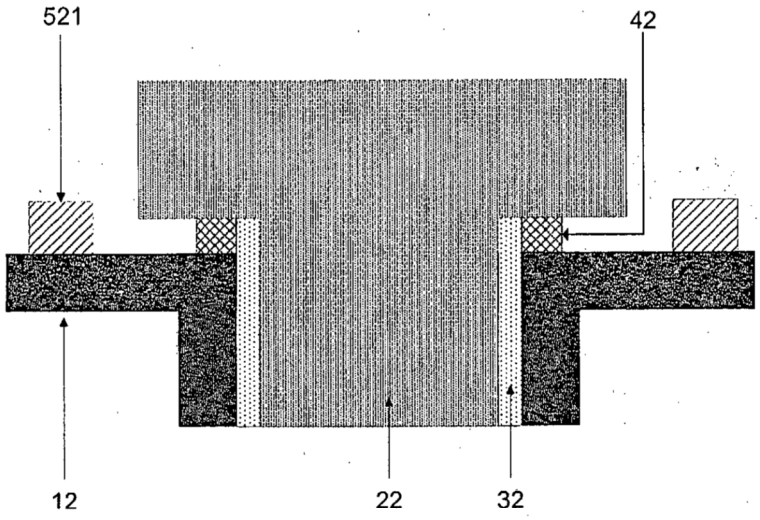


Fig. 2

2A



2B

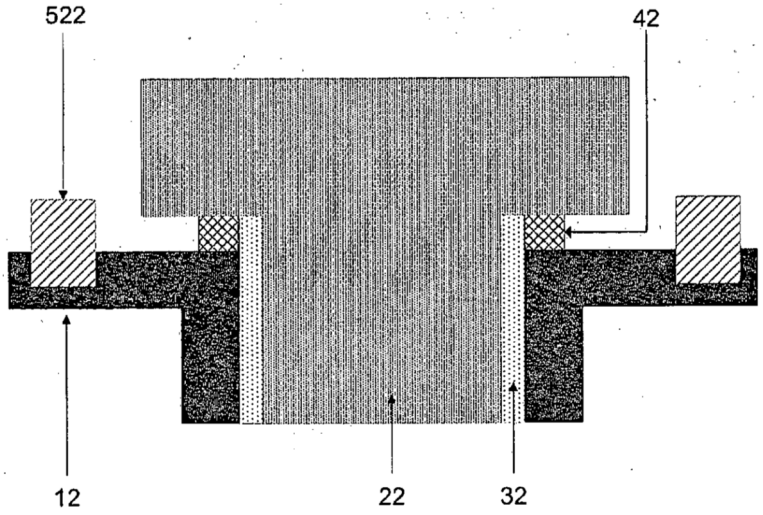


Fig. 3

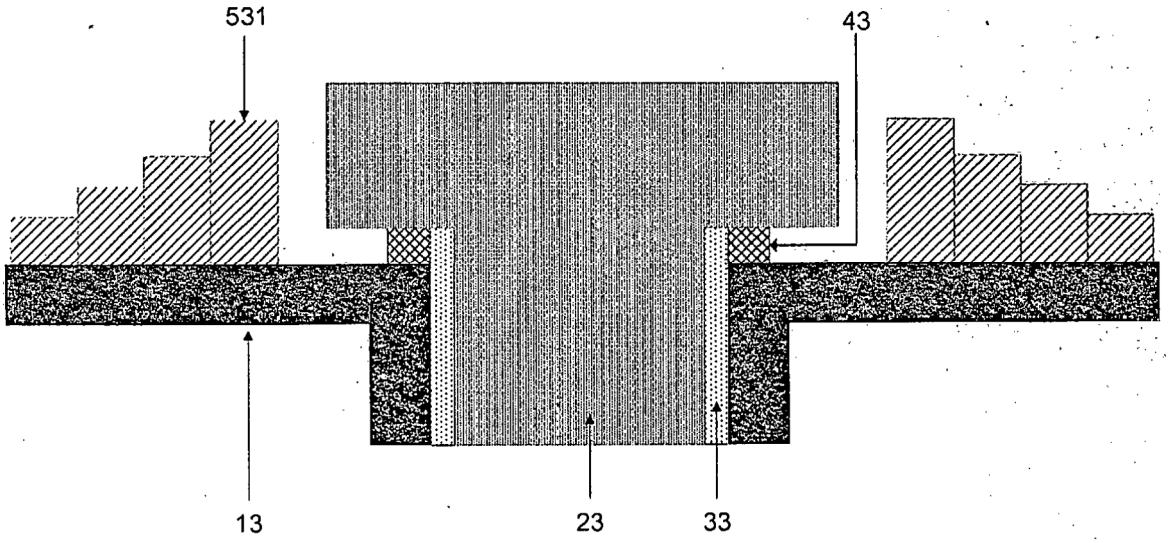


Fig. 4

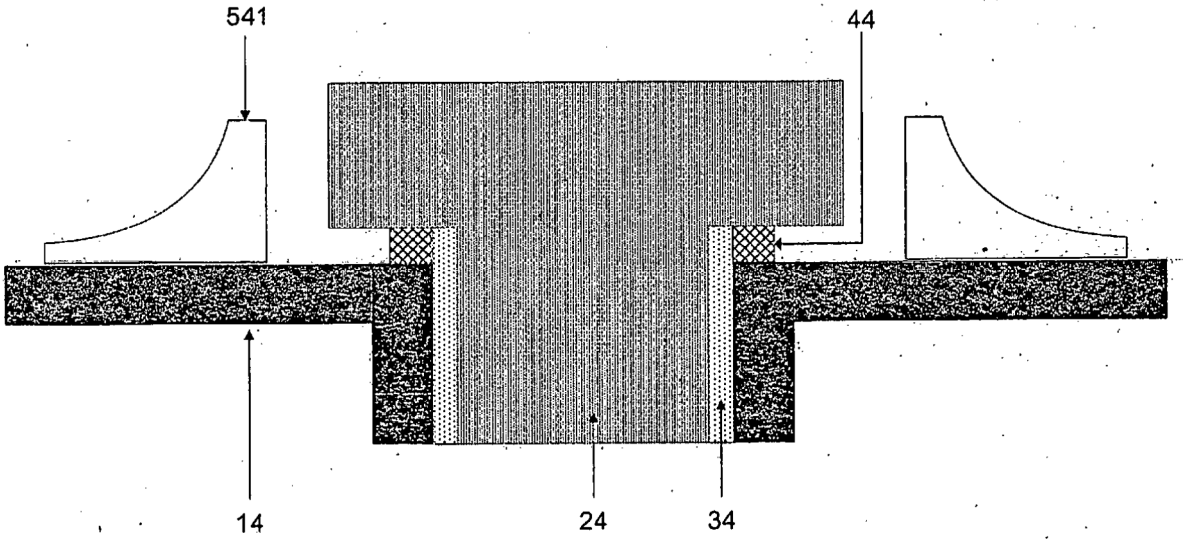


Fig. 5

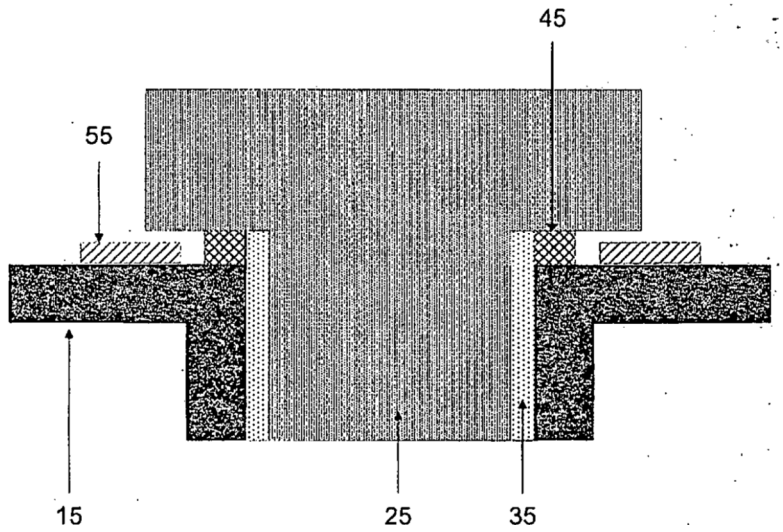
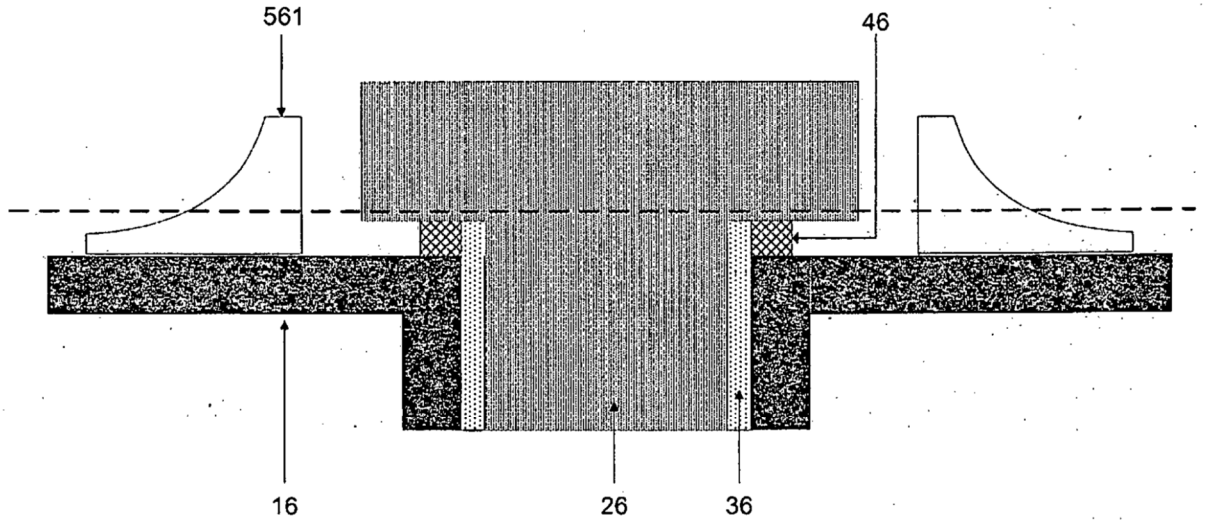


Fig. 6



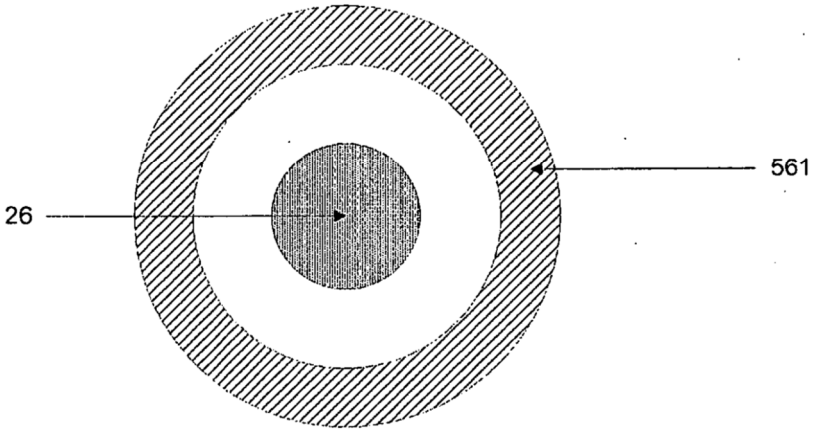


Fig. 7

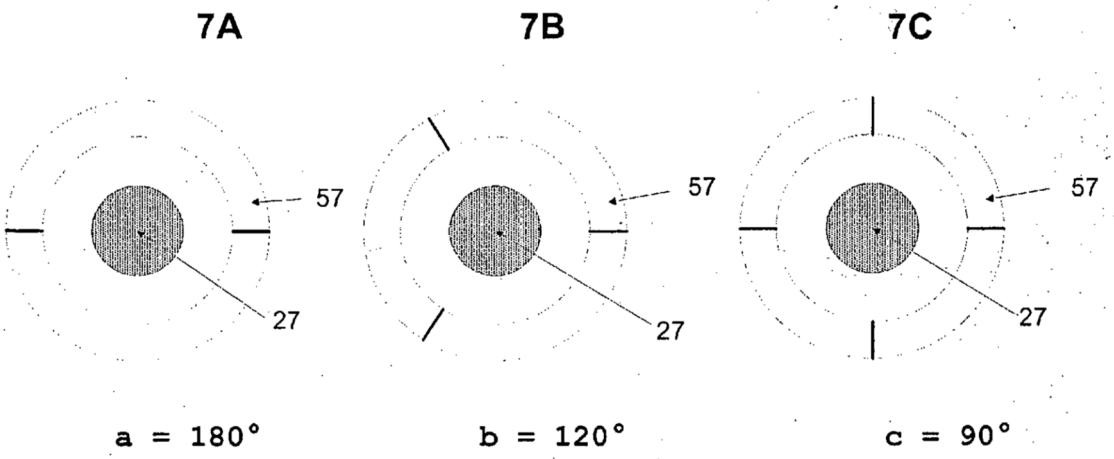
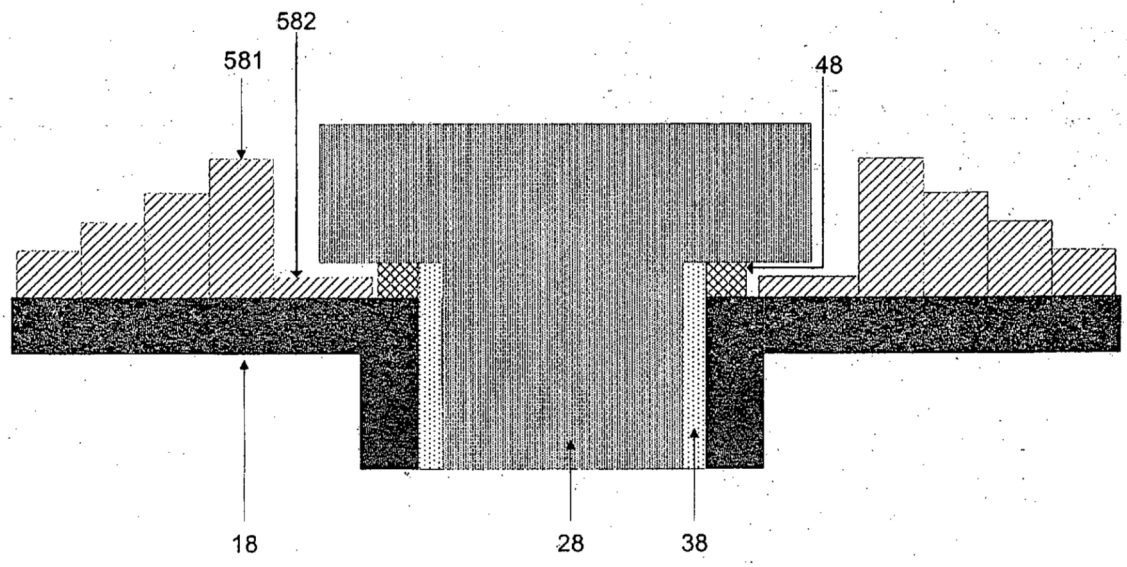



Fig. 8