



(19)



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 292 524**

(51) Int. Cl.:
H01L 23/48 (2006.01)

(12)

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

(86) Número de solicitud europea: **01129785 .0**

(86) Fecha de presentación : **14.12.2001**

(87) Número de publicación de la solicitud: **1220314**

(87) Fecha de publicación de la solicitud: **03.07.2002**

(54) Título: **Módulo semiconductor de potencia.**

(30) Prioridad: **28.12.2000 DE 100 65 495**

(45) Fecha de publicación de la mención BOPI:
16.03.2008

(45) Fecha de la publicación del folleto de la patente:
16.03.2008

(73) Titular/es: **SEMIKRON Elektronik GmbH & Co. KG.**
Sigmundstrasse 200
90431 Nürnberg, DE

(72) Inventor/es: **Kroneder, Christian**

(74) Agente: **Isern Jara, Jorge**

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

Módulo semiconductor de potencia.

5 En la presente invención se describe un módulo semiconductor de potencia que, al establecerse un contacto de presión con las conexiones de potencia de, como mínimo, un elemento semiconductor contenido en el mismo, presenta una presión constante de las estructuras internas, aún estando expuesto a las temperaturas más diversas y resulta, por lo tanto, apropiado para un funcionamiento seguro en el ámbito de la alta potencia con la densidad de corriente más elevada.

10 La invención describe un módulo semiconductor de potencia, en especial, un módulo rectificador de corriente, que, realizado mediante contacto de presión resulta apropiado para requerimientos de muy alta potencia. Las conexiones de contacto de presión se conocen ampliamente de la tecnología de la producción de módulos semiconductores como técnica de unión. Por la patente DE 196 51 632 A1 se conoce un módulo semiconductor de potencia de este tipo, en el que el contacto de presión se realiza mediante tornillos de dilatación, y del cual parte la presente invención. Módulos semiconductores de potencia en forma de células tipo disco, tales como se conocen por la patente DE 33 08 661, constituyen de la misma manera el punto de partido de la presente invención.

20 La construcción del contacto de presión en el interior del módulo, en especial, el presionar el contacto sobre el elemento semiconductor, conlleva en la práctica diferentes dificultades. Por un lado, se han de superar los diferentes coeficientes de dilatación térmica del elemento semiconductor y del contacto, por otro lado, el elemento semiconductor casi siempre redondo ha de ser centrado muy exactamente con respecto a los contactos. El elemento semiconductor, en especial, el borde del mismo, ha de protegerse en este caso contra daños mecánicos.

25 En la práctica, el elemento semiconductor está unido a ambos lados con sendos cuerpos de metal laminares, cuyo coeficiente de dilatación térmica se sitúa entre el coeficiente de dilatación térmica del elemento semiconductor y el coeficiente de dilatación térmica del contacto, a efectos de reducir el estrés térmico para el elemento semiconductor. La unión del elemento semiconductor con el cuerpo de metal laminar que, preferentemente, está formado por molibdeno, puede realizarse mediante distintos procedimientos, por ejemplo, por soldadura o pegado de ambas partes. Asimismo, se conoce lo que se denomina una unión a baja temperatura (NTV) o también una aleación de ambas partes. El cuerpo de metal laminar presenta, típicamente, un grosor del orden de algunas décimas hasta unos pocos milímetros. La unión, realizada según se ha descrito arriba, entre el primer cuerpo de metal laminar -elemento semiconductor- y el segundo cuerpo de metal laminar también se denomina "sándwich", además, también se denominará sándwich la unión con interposición de material, así como también la unión enrasada o a tope de materiales.

35 El sándwich se coloca, según el estado de la técnica, por ejemplo, sobre una pieza, por ejemplo, de plástico, que centra el sándwich en el módulo tal como se ha dado a conocer en la patente DE 196 51 632. Sobre todo, en módulos con gran rigidez dieléctrica se conoce que el sándwich se recubre adicionalmente por extrusión con una masa elástica no conductora, haciéndolo de esta manera accesible al centrado con respecto a los elementos de conexión.

40 Los procedimientos de fabricación del sándwich arriba indicados presentan los siguientes inconvenientes:

- La soldadura del elemento semiconductor con el cuerpo de metal laminar empeora la resistencia térmica, ya que la capa de soldadura constituye un freno térmico. En sistemas de contacto de presión esta capa de soldadura resulta ser un punto débil adicional, ya que en el funcionamiento continuo ésta se fatiga y acaba reduciendo la vida útil del módulo semiconductor de potencia.

50 - El pegado del semiconductor de potencia con los cuerpos de metal laminares no se realiza en toda la superficie entre las partes -esto empeoraría la resistencia térmica todavía mucho más que la soldadura-, sino que sólo se pegan unos milímetros en el borde de las partes a efectos de establecer un contacto fijo. Esto conlleva otro problema: Para que no quede aire encerrado entre las partes -esto empeoraría a su vez la transición térmica- este sándwich ha de ser presionado tras su pegado. En este caso, existe un mayor peligro de rotura del elemento semiconductor cristalino dado que, debido al borde de pegamento, se puede doblar por la mitad.

55 - La unión a baja temperatura (NTV) de las partes es un procedimiento de unión enrasada de materiales que elimina los inconvenientes antes descritos, dado que la unión asegura una muy buena transición térmica. En este procedimiento se unen las partes mediante presión y temperatura. El inconveniente decisivo de este procedimiento consiste en que la realización es muy laboriosa y, por lo tanto, muy costosa. Por esto no se utiliza para módulos estándar según el estado de la técnica.

60 - El procedimiento adicional del recubrimiento del sándwich por extrusión también es un proceso de acabado laborioso que contribuye a aumentar los costes de producción.

65 En resumen, resulta que los procedimientos antes indicados empeoran la resistencia térmica de la construcción, reducen la resistencia a la fatiga, aumentan el riesgo de rotura del semiconductor de potencia y/o resultan muy costosos.

Por la patente EP 0 694 964 A2 también se conoce un módulo semiconductor de potencia en forma de célula tipo disco. En este caso, se da a conocer un sándwich del tipo arriba indicado con un soporte que envuelve los dos cuerpos

ES 2 292 524 T3

de metal laminares, envolviendo dicho soporte el sándwich de manera que recubre los cuerpos de metal de forma circunferencial y con acoplamiento de forma.

La invención tiene el objetivo de encontrar un centrado de las componentes individuales del sándwich entre sí y con respecto a un elemento de conexión para la conexión eléctrica, que presente una reducida resistencia térmica, que aumente la durabilidad, excluya la rotura del elemento semiconductor por la presión ejercida por el mismo centrado y se pueda integrar de forma económica en un procedimiento de producción estándar.

El problema se resuelve, según la invención, mediante las medidas indicadas en las características de la reivindicación 1. Las realizaciones preferentes están descritas en las subreivindicaciones.

El dispositivo de centrado, compuesto preferentemente de un material plástico eléctricamente aislante y realizado a modo de bastidor para el centrado del sándwich sobre un elemento de conexión eléctrico, presenta las siguientes características:

- Los elementos individuales del sándwich, es decir, los dos cuerpos de metal laminares así como el elemento semiconductor, no están unidos mediante una unión con interposición de materiales como, por ejemplo, la soldadura, sino que se encuentran sueltos en el dispositivo de centrado antes de su incorporación en el módulo semiconductor de potencia. Sólo por la incorporación y por el dispositivo de presión que carga a presión se forma una unión enrasada o a tope de los elementos individuales.

- Ambos cuerpos de metal laminares del sándwich se fijan antes de su incorporación en el módulo semiconductor de potencia mediante pestañas para evitar que se caigan. El elemento semiconductor, que presenta un mayor diámetro o un mayor largo de canto que los dos cuerpos de metal, está sujetado por otra escotadura que se extiende de forma centrada y paralela con respecto a las superficies del dispositivo de centrado. A efectos de asegurar que ni antes ni después de la incorporación del dispositivo de centrado, inclusive el sándwich, se ejerce una presión sobre el sándwich por el mismo dispositivo de centrado, lo cual podría provocar, por ejemplo, la destrucción del elemento semiconductor, se han de respetar las siguientes condiciones geométricas para el borde.

- El mismo elemento semiconductor ha de presentar un grosor (d) inferior al grosor (b) de la escotadura que se extiende de forma centrada en el dispositivo de centrado a efectos de sujetar el elemento semiconductor.

- El grosor (c + d + c) del sándwich ha de ser inferior a la distancia (a + b + a) de las pestañas dispuestas a ambos lados a efectos de sujetar los cuerpos de metal laminares.

- La suma del grosor (d) del elemento semiconductor más el grosor (c) de uno de ambos cuerpos de metal laminares que, preferentemente, presentan el mismo grosor, ha de ser superior al grosor (b) de la escotadura que se extiende de forma céntrica en el dispositivo de centrado a efectos de sujetar el elemento semiconductor.

- El grosor (d) del elemento semiconductor más el grosor (c) de uno de ambos cuerpos de metal laminares que, preferentemente, presentan el mismo grosor, ha de ser inferior a la suma del grosor (b) de la escotadura que se extiende de forma céntrica más la distancia (a) entre la escotadura central y las pestañas.

De esta manera se consigue que el dispositivo de centrado esté adecuado para recibir cuerpos de metal laminares de distintos grosores así como elementos semiconductores de distintos grosores.

- Debido a estas condiciones de borde así como por la disposición de escotaduras dentro del elemento de conexión eléctrica de manera que las pestañas destinadas a sujetar los cuerpos de metal laminares se hunden, como mínimo, por completo en estas escotaduras al montar el módulo, se asegura que, una vez montado, el dispositivo de centrado en sí no ejerce ninguna presión sobre el sándwich o sus componentes. La unión con interposición de material se produce exclusivamente a través del elemento de presión que se halla en el módulo semiconductor de potencia.

- El dispositivo de centrado en sí consta preferentemente de dos partes idénticas, que presentan otras pestañas y escotaduras, estando realizadas de tal manera que ambas partes pueden ensamblarse por encaje.

La idea de la invención se explicará más detalladamente por medio de los ejemplos de realización mostrados en las figuras 1 a 7.

En la figura 1 se muestra el dispositivo de centrado, según la invención, en una sección transversal, antes de su montaje en el módulo semiconductor de potencia.

En la figura 2 se muestra una de las dos partes idénticas del dispositivo de centrado de la invención en una vista en planta.

En la figura 3 se muestra la parte de la figura 2 en una vista tridimensional.

En la figura 4 se muestra un corte a través del dispositivo de centrado de la invención, incluido el sándwich.

ES 2 292 524 T3

En la figura 5 se muestra el dispositivo de centrado de la invención en una sección transversal tras su montaje en un módulo semiconductor de potencia.

En la figura 6 se muestra un elemento de conexión eléctrica de un módulo semiconductor de potencia.

En la figura 7 se muestra la construcción interna de un módulo semiconductor de potencia incluido el dispositivo de centrado de la invención.

En la figura 1 se muestra el dispositivo de centrado (9) a modo de bastidor, según la invención, en una sección transversal antes de su montaje en el módulo semiconductor de potencia. El dispositivo de centrado (9) consta de dos partes idénticas (1). Estas partes realizadas preferentemente en un material plástico presentan pestañas (2) que retienen un primer cuerpo de metal laminar (12), en este caso, un disco de molibdeno evitando que se caiga del conjunto del dispositivo de centrado. El elemento semiconductor (11), que presenta un diámetro más grande que los dos discos de molibdeno (10, 12), se halla en la escotadura central (3) del dispositivo de centrado. Antes de su montaje, el segundo disco de molibdeno (10) se encuentra colocado de forma suelta sobre el elemento semiconductor (11). Mediante el dispositivo de centrado (9) los elementos (10, 11, 12) que constituyen el sándwich se pueden centrar entre sí antes del montaje, sin que se haya de establecer una unión con interposición de material o enrasada de materiales antes de este momento.

La distancia de las pestañas (2) con respecto al borde de la escotadura (3) se señala con (a), la altura de la escotadura (3) con (b). El grosor de los discos de molibdeno se señala con (c) y el grosor del elemento semiconductor con (d).

Dado que el grosor (d) del elemento semiconductor (11) más el grosor (a) del disco de molibdeno (10 ó 12) es mayor que el grosor (b) de la escotadura (3), en ningún momento el disco de molibdeno puede hallarse de forma descentrada con respecto a los demás elementos parcialmente dentro de dicha escotadura. De esta forma, el sándwich centrado se puede manejar sin problemas.

En la figura 2 se muestra, no a escala, una de ambas partes idénticas (1) del dispositivo de centrado (9) de la invención en una vista en planta. Las pestañas (2) están dispuestas de tal manera que el disco de molibdeno (10, 12) queda retenido, evitando que se pueda caer del conjunto. La parte (1) presenta adicionalmente pestañas (4) y escotaduras (5). Estas están realizadas de tal manera que dos de estas partes (1) pueden ensamblarse, encajando cada pestaña (4) en una escotadura (5) respectivamente y ensamblando de esta manera ambas partes con encaje para constituir una unidad formada por el dispositivo de centrado y el sándwich.

En la figura 3 se muestra la parte (1) de la figura 2 en una vista tridimensional. Adicionalmente a las pestañas (2), las pestañas (4) y las correspondientes escotaduras (5), también existe otra escotadura (6) destinada a poder proveer de alimentación eléctrica las conexiones de control adicionales del elemento semiconductor.

En la figura 4 se muestra el dispositivo de centrado (9), según la invención, incluido el sándwich en una sección transversal. Uno de los cuerpos de metal laminares está realizado en forma de anillo (10) a efectos de mantener accesible la conexión de control del elemento semiconductor (11).

En la figura 5 se muestra el dispositivo de centrado (9) a modo de bastidor, según la invención, en una sección transversal tras su montaje en un módulo semiconductor de potencia. Un primer elemento de conexión eléctrica (20) presenta escotaduras (21) en las que las pestañas (2) pueden hundirse más que completamente. El primer disco de molibdeno (12) se apoya directamente sobre el elemento de conexión eléctrica (20), encima del mismo se halla sin distancia el elemento semiconductor (11) así como el segundo disco de molibdeno (10). Es evidente que el dispositivo de centrado en sí no ejerce ninguna presión sobre el sándwich (10, 11, 12) y, por lo tanto, queda excluida una influencia negativa, por ejemplo, una destrucción. Un descentrado de los elementos individuales está excluido por motivos análogos, compárese la descripción de la figura 1. La unión con interposición de los elementos del sándwich se establece por un dispositivo de presión que actúa desde arriba sobre el sándwich, pero no sobre el dispositivo de centrado. El dispositivo de centrado (9), según la invención, puede construirse por lo tanto como conjunto antes de la fabricación del módulo con el sándwich y actúa a partir de este momento como centrado de todos los elementos del sándwich sin ejercer presión sobre dichos elementos.

En la figura 6 se muestra un elemento de conexión eléctrica (20) de un módulo semiconductor de potencia para dos elementos semiconductores, es decir, por ejemplo, un módulo de tiristor. En este caso, se aprecian las escotaduras (21) para las pestañas (2).

En la figura 7 se muestra la construcción interna del módulo semiconductor de potencia (módulo de tiristor) incluido el dispositivo de centrado (9), según la invención. El módulo consta de una placa base (31). Encima de la misma se hallan dos discos de material aislante (32) que pueden estar formados, a título de ejemplo, de óxido de aluminio o de nitruro de aluminio y están destinados al aislamiento eléctrico del primer elemento de conexión eléctrica (20). Encima del mismo se encuentra el sándwich en el dispositivo de centrado (9) con una escotadura para las conexiones de control (6). El segundo elemento de conexión eléctrica (37) es presionado sobre el sándwich mediante la placa de presión (34) y los tornillos de dilatación (35) que establecen la presión, estando los elementos que transmiten la presión aislados eléctricamente mediante un cuerpo de material aislante (36). Mediante esta construcción se forma un contacto a tope o enrasado del elemento de conexión eléctrica (37) con el segundo disco de molibdeno (10), el elemento semiconductor (11), el primer disco de molibdeno (12), así como el primer elemento de conexión eléctrica (20).

REIVINDICACIONES

1. Módulo semiconductor de potencia con, como mínimo, un primer elemento de conexión eléctrica (20), como
 5 mínimo un sándwich dispuesto encima del mismo y formado por un primer cuerpo de metal laminar (12), un elemento
 semiconductor (11), así como un segundo cuerpo de metal laminar (10) con, como mínimo, un elemento de presión
 (34, 35, 36), como mínimo un segundo elemento de conexión eléctrica (37) así como una caja, estando el sándwich
 10 dispuesto de forma centrada sobre el primer elemento de conexión eléctrica (20) mediante un dispositivo de centrado
 (9) a modo de bastidor que consta de dos cuerpos (1), estando el dispositivo de centrado (9) realizado de tal manera que
 el primer cuerpo de metal laminar (12) así como el segundo cuerpo de metal laminar (10) quedan retenidos por pestañas
 (2) en el dispositivo de centrado (9) evitando su caída del mismo, estando dispuesto el elemento semiconductor (11),
 que tiene un diámetro mayor o un largo de canto mayor que los cuerpos de metal laminar (10, 12), en otra escotadura
 (3) que se extiende de forma céntrica y paralela con respecto a las superficies en el dispositivo de centrado, así como
 15 en el primer elemento de conexión eléctrica (20) están dispuestas escotaduras (21), realizadas de tal manera que las
 pestañas (2) del dispositivo de centrado (9) destinadas a sujetar el primer cuerpo de metal laminar (12) en el dispositivo
 de centrado pueden estar dispuestas más que completamente dentro de dichas escotaduras (21), y siendo el grosor del
 sándwich inferior a la distancia de las pestañas (2) dispuestas a ambos lados a efectos de sujetar ambos cuerpos de
 metal laminar (10, 12).

2. Módulo semiconductor de potencia, según reivindicación 1, **caracterizado** porque ambas partes del dispositivo
 20 de centrado (9) están formadas por un material plástico no conductor.

3. Módulo semiconductor de potencia, según la reivindicación 1, **caracterizado** porque ambas partes (1) del dis-
 positivo de centrado (9) presentan otras pestañas (4) y escotaduras (5), estando realizadas de tal manera que ambas
 25 partes pueden ensamblarse por encaje.

4. Módulo semiconductor de potencia, según la reivindicación 1, **caracterizado** porque como elemento semicon-
 ductor (11) se utilizan diodos, tiristores o transistores.

5. Módulo semiconductor de potencia, según la reivindicación 1, **caracterizado** porque los cuerpos de metal
 30 laminar (10, 12) están realizados en molibdeno.

6. Módulo semiconductor de potencia, según la reivindicación 1, **caracterizado** porque el sándwich, así como el
 dispositivo de centrado (9), están realizados de forma redonda o cuadrada.

7. Módulo semiconductor de potencia, según la reivindicación 1, **caracterizado** porque el dispositivo de centrado
 35 (9) presenta, como mínimo, una escotadura de borde adicional (6) para realizar, como mínimo, una conexión de control
 del elemento semiconductor.

8. Módulo semiconductor de potencia, según la reivindicación 1, **caracterizado** porque para establecer un contacto
 40 con eventuales conexiones de control dispuestas en el elemento semiconductor (11), un cuerpo o ambos cuerpos de
 metal laminar (10, 12) del sándwich presentan un paso o varios pasos.

9. Módulo semiconductor de potencia, según la reivindicación 1, **caracterizado** porque el elemento semiconductor
 45 (11) presenta un grosor más reducido que la escotadura (3) que se extiende céntricamente en el dispositivo de centrado
 (9), a efectos de sujetar el elemento semiconductor (11).

10. Módulo semiconductor de potencia, según la reivindicación 1, **caracterizado** porque el grosor del elemento
 semiconductor (11) más el grosor de uno de ambos cuerpos de metal laminar (10, 12), que presentan preferente-
 50 mente el mismo grosor, conjuntamente son superiores al grosor de la escotadura (3) que se extiende céntricamente
 en el dispositivo de centrado a efectos de sujetar el elemento semiconductor (11), así como inferiores al grosor de la
 escotadura céntrica (3) más la distancia de la escotadura céntrica (3) con respecto a la pestaña (2) que se encuentra
 más cerca de la misma.

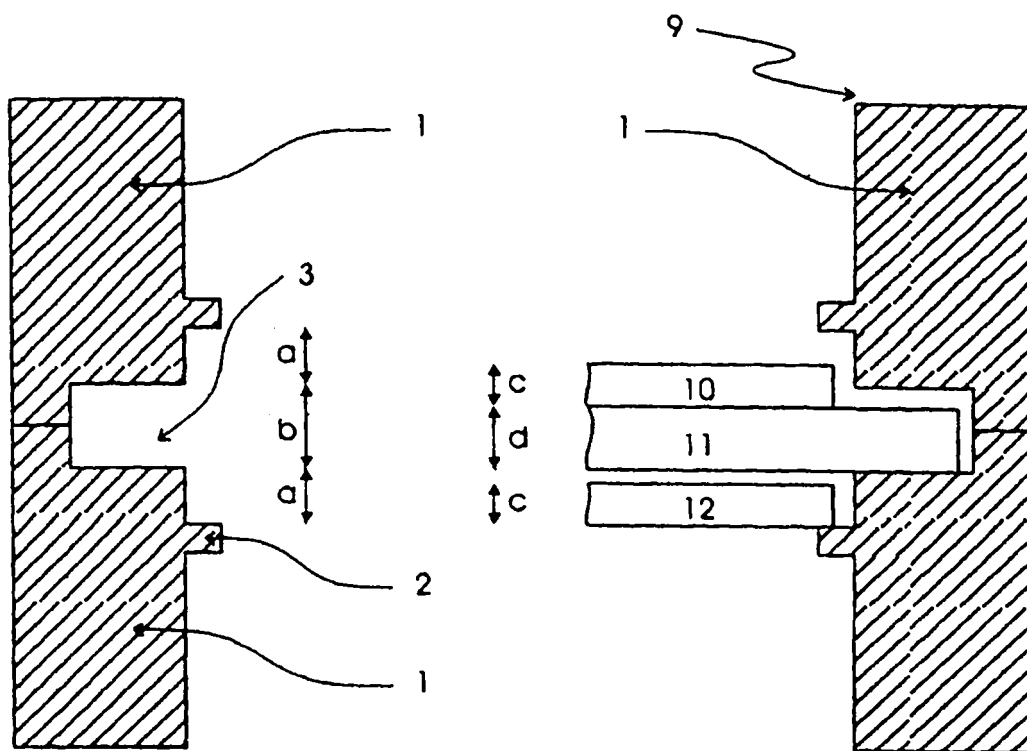


Fig. 1

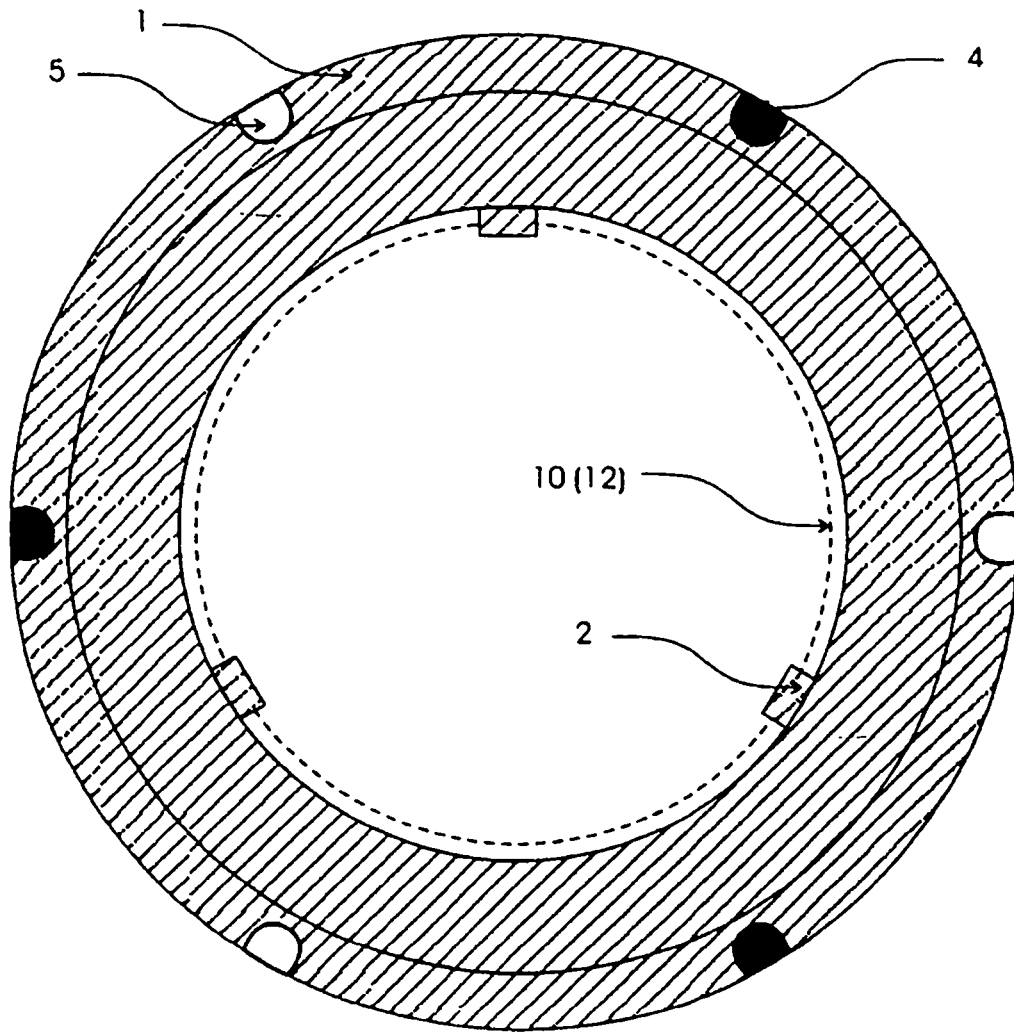


Fig. 2

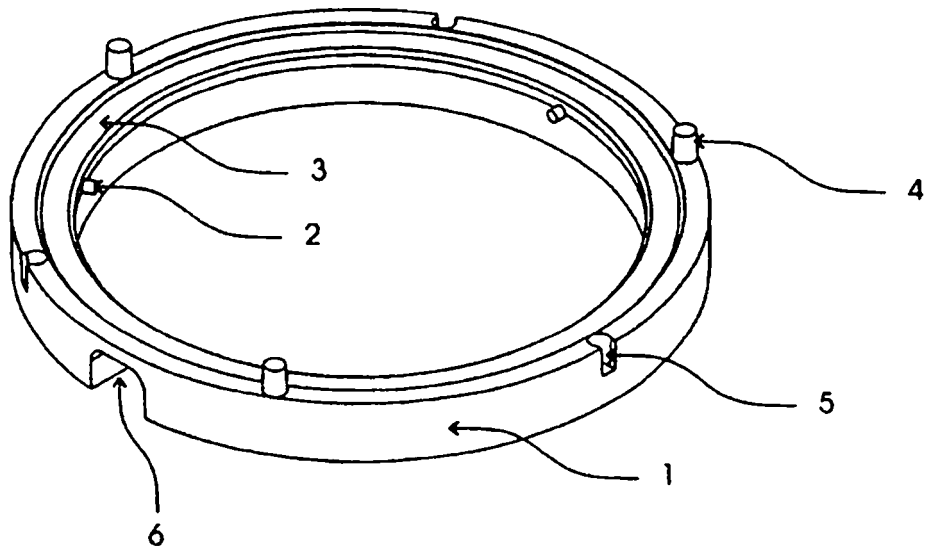


Fig. 3

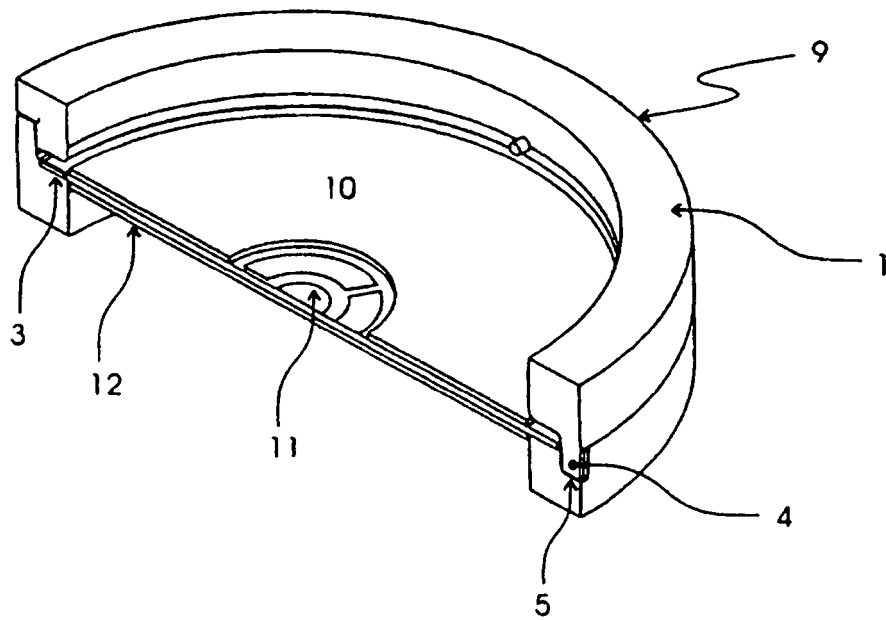


Fig. 4

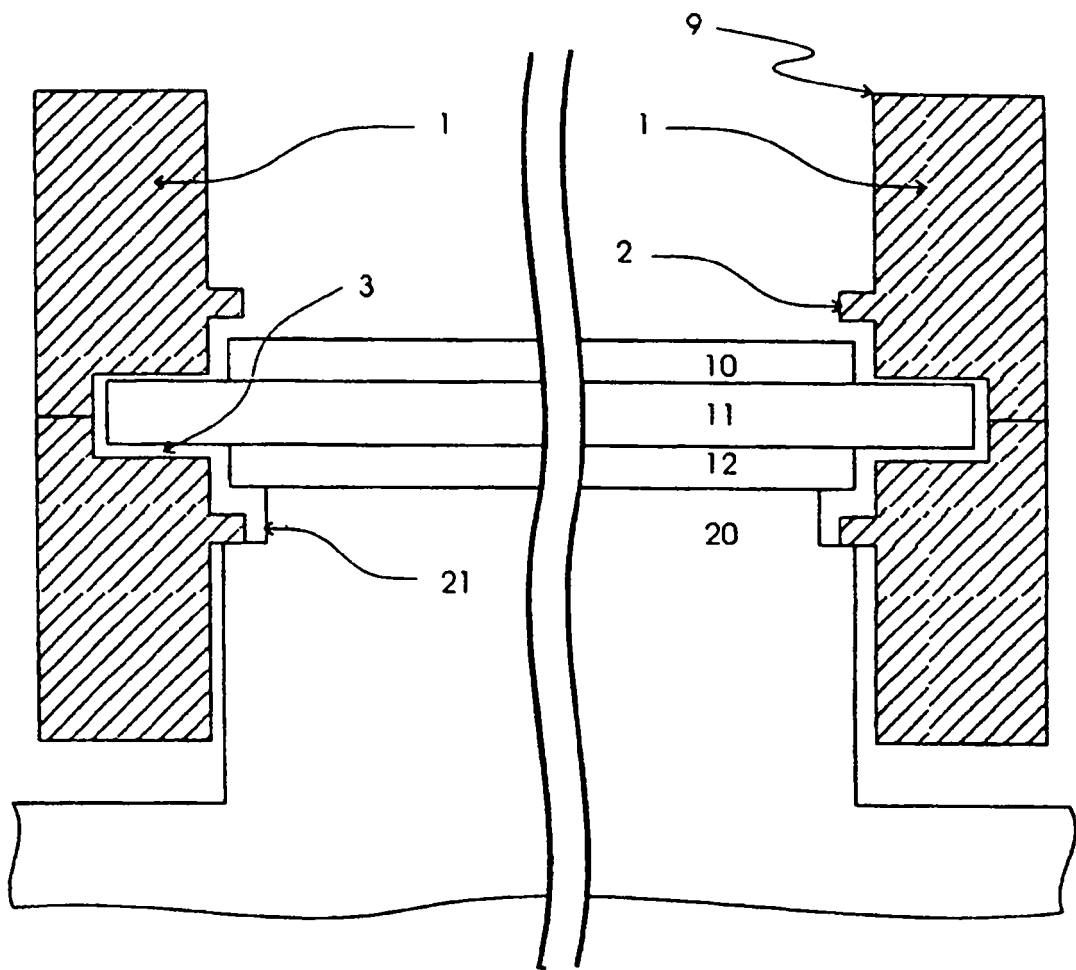


Fig. 5

