

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 535 464**

51 Int. Cl.:

H01J 23/30 (2006.01)

H01J 25/02 (2006.01)

H01J 37/04 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **02.07.2010 E 10734679 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **28.01.2015 EP 2454748**

54 Título: **Dispositivo para prevenir oscilaciones parásitas en tubos de haz electrónico**

30 Prioridad:

11.07.2009 DE 102009032759

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

11.05.2015

73 Titular/es:

**KARLSRUHER INSTITUT FÜR TECHNOLOGIE
(100.0%)
Kaiserstrasse 12
76131 Karlsruhe, DE**

72 Inventor/es:

**THUMM, MANFRED y
GANTENBEIN, GERD**

74 Agente/Representante:

DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto

ES 2 535 464 T3

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 para prevenir oscilaciones parásitas en tubos de haz electrónico

5 La invención se refiere a un dispositivo para prevenir oscilaciones parásitas en tubos de haz electrónico, en particular en la cavidad resonante según la reivindicación 1.

10 Los tubos de haz electrónico mencionados encuentran su aplicación en particular para la transmisión sin contacto de cantidades mayores de energía mediante ondas electromagnéticas de alta frecuencia, por ejemplo en aplicaciones con un girotrón, magnetrón, klistrón o un tubo de ondas progresivas. El principio se basa en un efecto energético recíproco entre un guíaonda y un haz electrónico, siendo la potencia de alta frecuencia generada extraída de los electrones en un campo magnético estático.

15 Los electrones se generan en un emisor de electrones y acelerado bajo la influencia de un campo de aceleración eléctrico mediante un ánodo y dirigido a través del túnel de haces como haz en un cavidad resonante tubular con un campo magnético axial estático adyacente.

20 En el campo magnético estático mencionado, el haz está conformado como haz hueco de electrones, los electrones se mueven sobre trayectorias helicoidales. En este caso, la frecuencia de rotación es determinada por la magnitud del campo magnético y la masa relativa de los electrones.

25 Los electrones que derivan inmediatamente delante de la cavidad resonante son absorbidos por medio de las paredes internas del túnel de haces en anillos cerámicos concéntricos y desviados por medio de anillos de cobre concéntricos dispuestos de manera axial alternada con los anillos cerámicos. En tubos de electrones de alto vacío que son usados para la generación de radiación de alta frecuencia se presentan frecuentemente dentro del sector de vacío del tubo, en particular en el túnel de haces, oscilaciones parásitas electromagnéticas indeseadas.

30 [1] describe dos diferentes modos de oscilaciones parasitarias en el haz de electrones como resultado de una excitación de oscilaciones en el túnel de haces de un girotrón. La realización de un cálculo numérico requirió una observación simplificada del modelo, siendo especialmente idealizada la geometría del túnel de haces.

35 En [2] se menciona además que las oscilaciones electromagnéticas (es decir, las oscilaciones parásitas y no los electrones) pueden escapar por aberturas laterales en el túnel de haces.

[3] y [4] describen otras modificaciones de los anillos metálicos de la estructura del girotrón, que deben dificultar la excitación de oscilaciones parásitas en el tubo de haz electrónico.

40 Básicamente, cada estructura resonante (es decir, también un túnel de haces) tiene para cada forma de oscilación (modo) un factor de calidad Q. Esta se define por la relación de energía total de la oscilación respecto de la pérdida de energía por periodo. Cuanto mayor resulta ser la pérdida de energía de un sistema, tanto menor es su factor de calidad. Cuanto menor es el factor de calidad, tanto más sencillo es evitar un determinado modo.

45 Consecuentemente, las oscilaciones parasitarias electromagnéticas mencionadas evitan o dificultan significativamente la operación de tubos de haces electrónicos de alta frecuencia con alto grado de eficiencia. En tubos de alta potencia de salida, dichas oscilaciones pueden producir daños y destrucción debido a sobrecarga térmica.

50 O sea, partiendo de este punto existe el objetivo de la invención de modificar un tubo de haz electrónico de tal manera que en el mismo se eviten las oscilaciones parásitas mencionadas o se reduzcan sus efectos sobre el haz electrónico.

55 El objetivo se consigue mediante un dispositivo para evitar oscilaciones parasitarias en tubos de haz electrónico con las características de la reivindicación 1; las reivindicaciones secundarias referidas al asunto incluyen formas de realización ventajosas de estas soluciones.

60 Partiendo de una cavidad resonante con un túnel de haces con campo magnético estático axial adyacente y anillos cerámicos y metálicos dispuestos axialmente alternados, se propone para la consecución del objetivo que el perímetro interior de los anillos metálicos en el túnel de haces sea provisto de estructuras. Las estructuras son ranuras, escotaduras o escalones incorporados a los anillos metálicos en el perímetro del agujero. Las estructuras evitan una estimulación de oscilaciones y oscilaciones prematuras libres de perturbaciones de estos modos de oscilaciones parasitarias. Si bien las oscilaciones parasitarias se producen, son impedidas continua y selectivamente en la formación de oscilaciones armónicas, con lo cual los electrones estimulados parasitariamente son arrastrados en el flujo espiralado de electrones (haz hueco) en el túnel de haces.

65 Una ventaja de la invención se encuentra en el reequipamiento sin problemas mediante el sencillo recambio de

componentes del túnel de haces.

El túnel de haces no presenta aberturas en la superficie envolvente entre los extremos del túnel que pudiesen posibilitar una excreción de oscilaciones o electrones. Contrariamente, el túnel de haces presenta una forma cerrada dentro de la cual son completamente reprimidas y absorbidas las oscilaciones parasitarias. Consecuentemente, las oscilación de alta frecuencia no llegan al exterior del túnel de haces.

Los anillos metálicos se usan, particularmente, para la evacuación de los electrones derivados del haz hueco. Debe procurarse una elevada conductividad eléctrica de estos anillos. Preferentemente, los anillos metálicos están fabricados de cobre gracias a su buena conductividad eléctrica. Además, el cobre presenta una atenuación reducida de las ondas de alta frecuencia.

Los anillos metálicos definen las condiciones marginales del campo electromagnético y para la formación de oscilaciones parasitarias. En el caso que los anillos presenten estructuras en sus superficies perimetrales interiores alrededor de la perforación del anillo, preferentemente a distancias irregulares, se dificulta una estimulación de oscilaciones parasitarias (malas condiciones marginales).

Debido a su perfil de propiedades, los anillos cerámicos son, preferentemente, de cerámica oxidada. Deben ser aptos para alto vacío, eléctricamente aislante y bien soldable por soldadura heterogénea y mecanizable para una fabricación y para la integración en una cavidad resonante. Además, el material debería presentar una atenuación para las oscilaciones parasitarias.

Las estructuras irregulares, preferentemente las características de configuración reiteradas de manera irregular, mejoran su efecto de manera favorable y, adicionalmente, dificultan la excitación y configuración de oscilaciones armónicas. Preferentemente, las estructuras están distribuidas a distancias, profundidades de estructura y/o configuración irregulares sobre el respectivo perímetro interior del túnel de haces. Asimismo, un diferente número y configuración de estructuras de anillos metálicos contiguos producen una reducción adicional de calidad.

De manera más preferente, los anillos metálicos presentan una cantidad correspondiente a un número primo de estructuras. Dicho punto gana importancia especialmente cuando las distancias de las estructuras entre si son iguales y/o multiplicados o divididos por un número entero corresponden a una longitud de onda de una oscilación parasitaria. La reflexión de oscilaciones parasitarias posibles en los anillos metálicos produce una superposición irregular de las oscilaciones, de manera que las mismas se anularán o neutralizarán en parte y se impide una sobreelevación (efecto de resonancia).

A continuación, mediante ejemplos de realización la invención se explica en detalle mediante las figuras respectivas. Muestran:

La **Fig. 1**, una forma de realización (formas básicas de construcción) de una cavidad resonante y el emisor de electrones correspondiente para un girotrón según el estado actual de la técnica,

las **Figs. 2a a c**, tres vistas de un túnel de haces según el dispositivo reivindicado y

las **Figs. 3a a c**, una configuración a modo de ejemplo de estructuras sobre el perímetro interior del agujero.

El dispositivo mostrado en la **Fig. 1** representa el estado general actual de la técnica. Comprende, además de la carcasa para un túnel de haces **1** con un túnel de haces **2** que se estrecha cónicamente, una fuente de electrones **3** para la generación de un haz hueco de electrones y una carcasa de vacío **4** para asegurar el vacío necesario en el túnel de haces y una cavidad resonante **5** para el efecto recíproco del haz hueco de electrones con la oscilación de alta frecuencia deseada. La fuente de electrones **3** comprende un emisor de electrones **6** y un ánodo acelerador **7** en la entrada al túnel de haces **2** que hacia el emisor y un electrodo anular **8** dispuesto alrededor del mismo despliega en el espacio un campo de aceleración **9** estático eléctrico. El túnel de haces **1** se compone, en lo esencial, de una pluralidad de anillos cerámicos y metálicos **12** y **13** dispuestos axialmente alternados, cada uno con un perímetro interior de los agujeros de los anillos alrededor del túnel de haces.

Los electrones emitidos por un emisor de electrones **6** son captados por el campo de aceleración **9**, acelerados y conducidos por el mismo al túnel de haces. Bajo la influencia de un campo magnético estático axial mediante bobinas magnéticas **10** y **11** dispuestas fuera de la carcasa se conforma, en este caso, un haz hueco de electrones. En el túnel de haces, los electrones se mueven sobre trayectorias helicoidales cuya frecuencia de rotación f_{HF} está dada por la magnitud de un campo magnético estático axial adyacente producido mediante la bobina magnética de cavidad resonante **11** y por masa de electrones. Las excitaciones de un campo de alta frecuencia se producen cuando la frecuencia resonante de la cavidad resonante supera mínimamente la frecuencia microtrónica f_C de los electrones.

Las **Figs. 2a a c** muestran un túnel de haces en una representación en sección lateral (a), vista frontal (b) y en vista en perspectiva (c), que en su estructura básica con anillos cerámicos y metálicos **12** respectivamente **13** dispuestos

axialmente alternados se asemeja, en cada caso, a un perímetro interior de los agujeros de los anillos alrededor del túnel de haces de la **Fig. 1**.

El túnel de haces mostrado en las **Figs. 2a a c** presenta, sin embargo, estructuras del tipo mencionado anteriormente sobre el perímetro de anillos metálicos **13** colindantes al túnel de haces **2**. Las **Figs. 3a a c** muestran uno de los anillos metálicos en vista desde arriba (a), vista en sección lateral (b) y en ilustración en perspectiva. Colindante a la perforación de anillo **15**, la estructura de la superficie perimetral interior **14** del anillo metálico **13** se compone en la forma de realización mostrada de ranuras **16** orientadas axialmente dispuestas entre sí a distancias irregulares (véase la **Fig. 3b**). Estas estructuras se extienden, preferentemente, sólo sobre el perímetro interior de los anillos metálicos, mientras el perímetro interior de los anillos cerámicos es liso.

Las estructuras preferentes son, preferentemente, las ranuras mencionadas, pero también escotaduras o escalones, que presentan cambios de topografía discontinuos, es decir discretos. Las estructuras mencionadas están, preferentemente, orientadas radialmente hacia fuera y, preferentemente, no presentan aberturas de paso radiales en el anillo.

En el caso de formarse oscilaciones parasitarias en una frecuencia natural con una longitud de onda A , la profundidad de la estructura de las ranuras mencionadas anteriormente presenta, idealmente, un valor de $A/4$. Las oscilaciones armónicas que se reflejan en las ranuras se neutralizan mediante las oscilaciones llegadas de la misma longitud de onda.

Una distancia irregular de las estructuras entre si y el diferente número de estructuras de anillos metálicos contiguos (véase la **Fig. 3b**) dificultan la configuración de oscilaciones resonantes.

Bibliografía

[1] Tigelis et al.: IEEE Trans. Plasma Sc. Vol.26 (1998), No.3, 922- 930

[2] JP 11 135 028 A

[3] RZESNICKI T ET AL: "Experimental Investigations on the Pre-Prototype of the 170 GHz, 2 MW Coaxial Cavity Gyrotron for ITER", 22ND IAEA FUSION ENERGY CONFERENCE CELEBRATING FIFTY YEARS OF FUSION ENTERING INTO THE BURNING PLASMA ERA, 13 de octubre de 2008, páginas 1-8,
 GANTENBEIN G ET AL: : "Status of development of high power coaxial-cavity gyrotrons at FZK", 5TH IAEA TECHNICAL MEETING ON ECRH PHYSICS AND TECHNOLOGY FOR LARGE FUSION DEVICES, 18 20 FEBRUARY 2009, GANDHINAGAR, INDIA, 18 de febrero de 2009, páginas 1-5..

Lista de símbolos de referencia

- | | | |
|----|----|---|
| 40 | 1 | carcasa para el túnel de haces |
| | 2 | túnel de haces |
| | 3 | fuentes de electrones |
| 45 | 4 | carcasa de vacío |
| | 5 | cavidad resonante |
| 50 | 6 | emisor de electrones |
| | 7 | ánodo acelerador |
| | 8 | electrodo anular |
| 55 | 9 | campo de aceleración |
| | 10 | bobina magnética |
| 60 | 11 | bobinas magnéticas de cavidad resonante |
| | 12 | anillo cerámico |
| | 13 | anillo metálico |
| 65 | 14 | superficie perimetral interior |

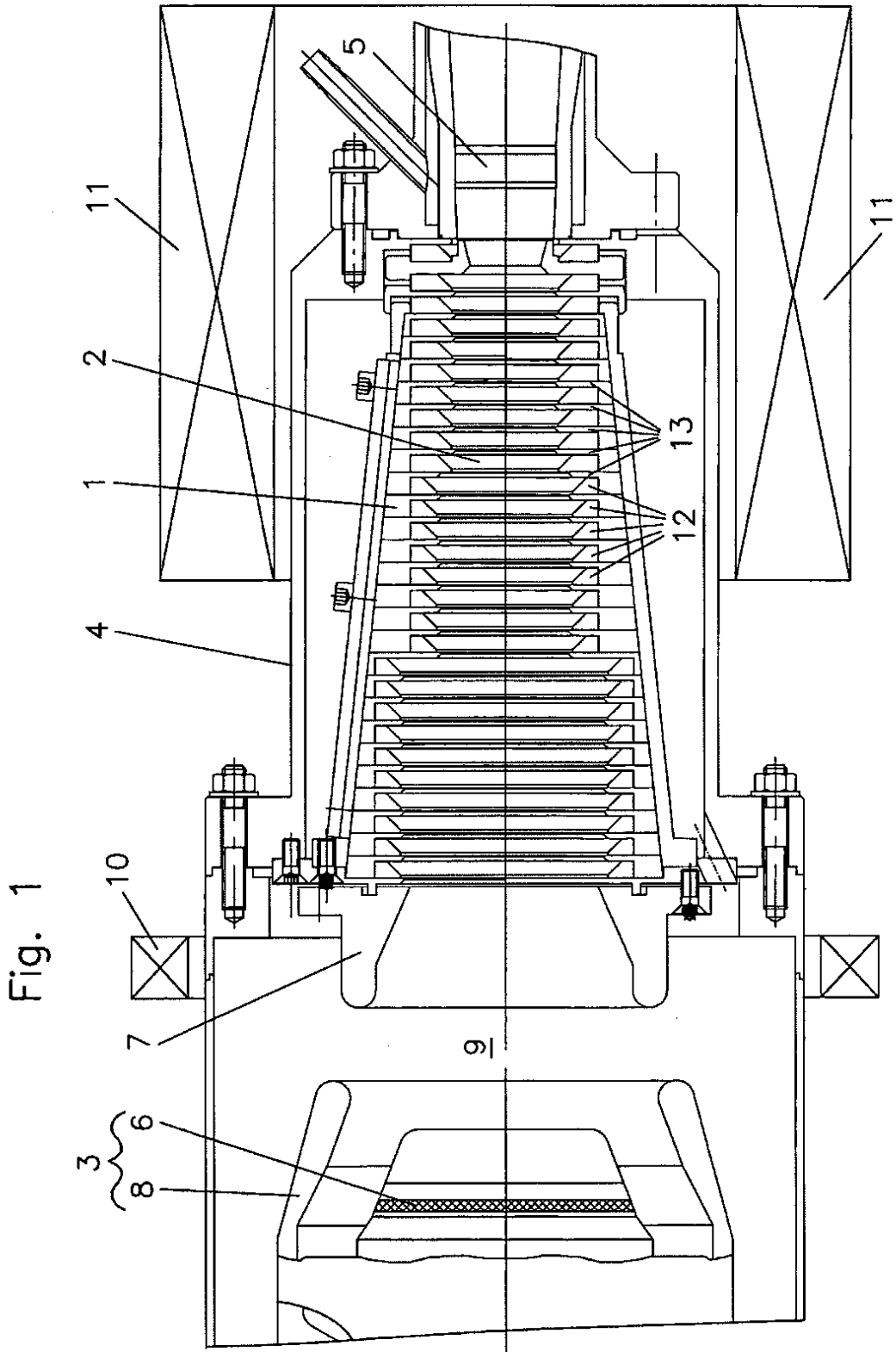
15 perforación de anillo

16 ranuras

5

REIVINDICACIONES

- 5 1. Dispositivo para prevenir oscilaciones parásitas en tubos de haz electrónico, incluyendo un túnel de haces (2) con campo magnético axial estático adyacente y anillos cerámicos y metálicos (12, 13) dispuestos axialmente alternados, caracterizado por que los anillos metálicos (13) presentan, en cada caso, ranuras, escotaduras o escalones (16) en el perímetro interior (14) de las perforaciones de anillo (15), presentando los anillos metálicos (13) contiguos un número diferente de estructuras (16).
- 10 2. Dispositivo según la reivindicación 1, en el cual los anillos metálicos (13) son anillos de cobre.
3. Dispositivo según las reivindicaciones 1 o 2, en el cual las ranuras, escotaduras o escalones (16) están distribuidos sobre el respectivo perímetro interior a distancias irregulares entre sí y/o profundidades de estructura irregulares.
- 15 4. Dispositivo según una de las reivindicaciones precedentes, en el cual cada anillo metálico con ranuras, escotaduras o escalones presenta una cantidad correspondiente a un número primo de ranuras, escotaduras o escalones (16).
- 20 5. Dispositivo según una de las reivindicaciones precedentes, en el cual la oscilación parasitaria presenta una frecuencia natural con una longitud de onda λ y la profundidad de estructura de ranuras, escotaduras o escalones es de $\lambda/4$.



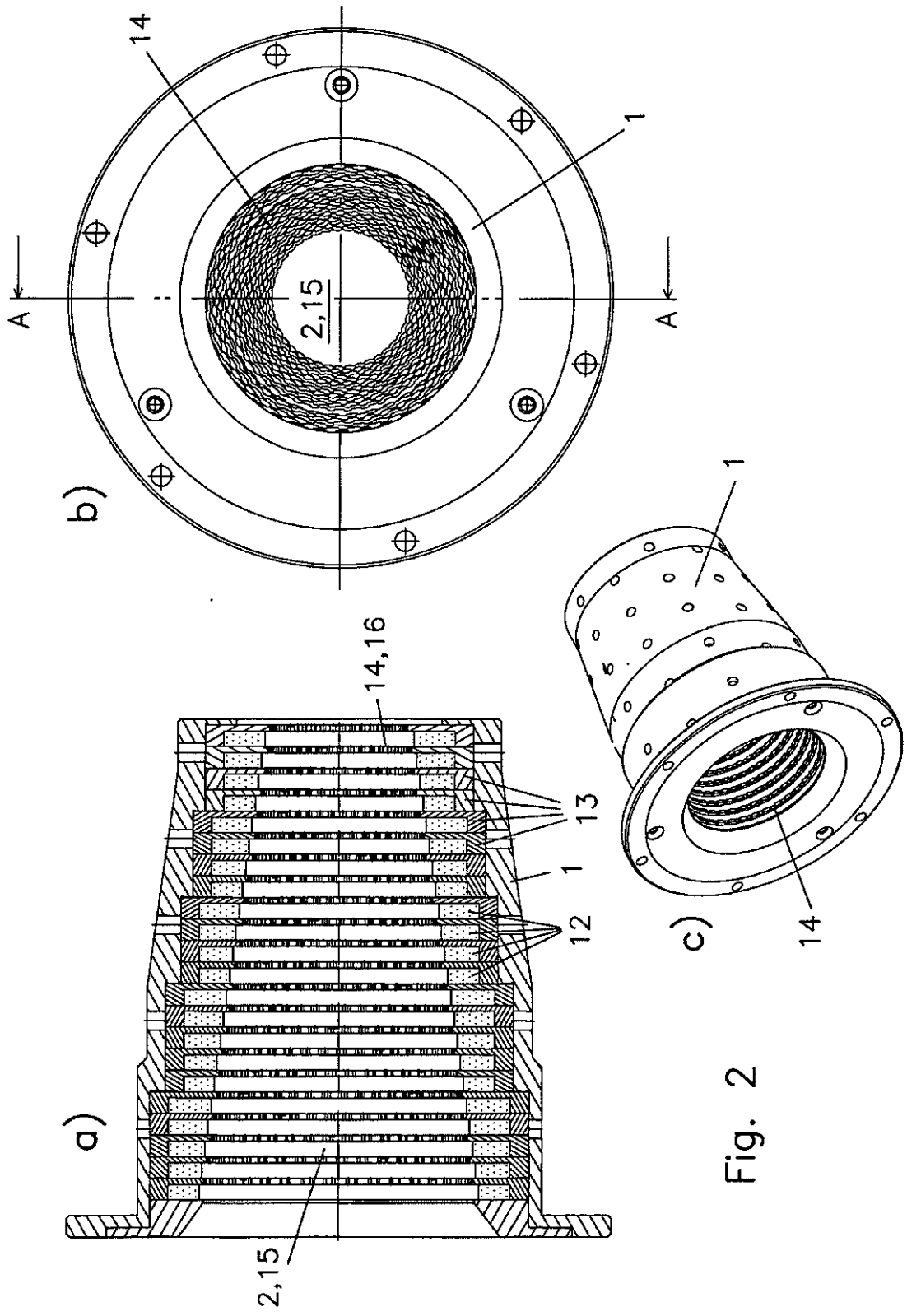


Fig. 2

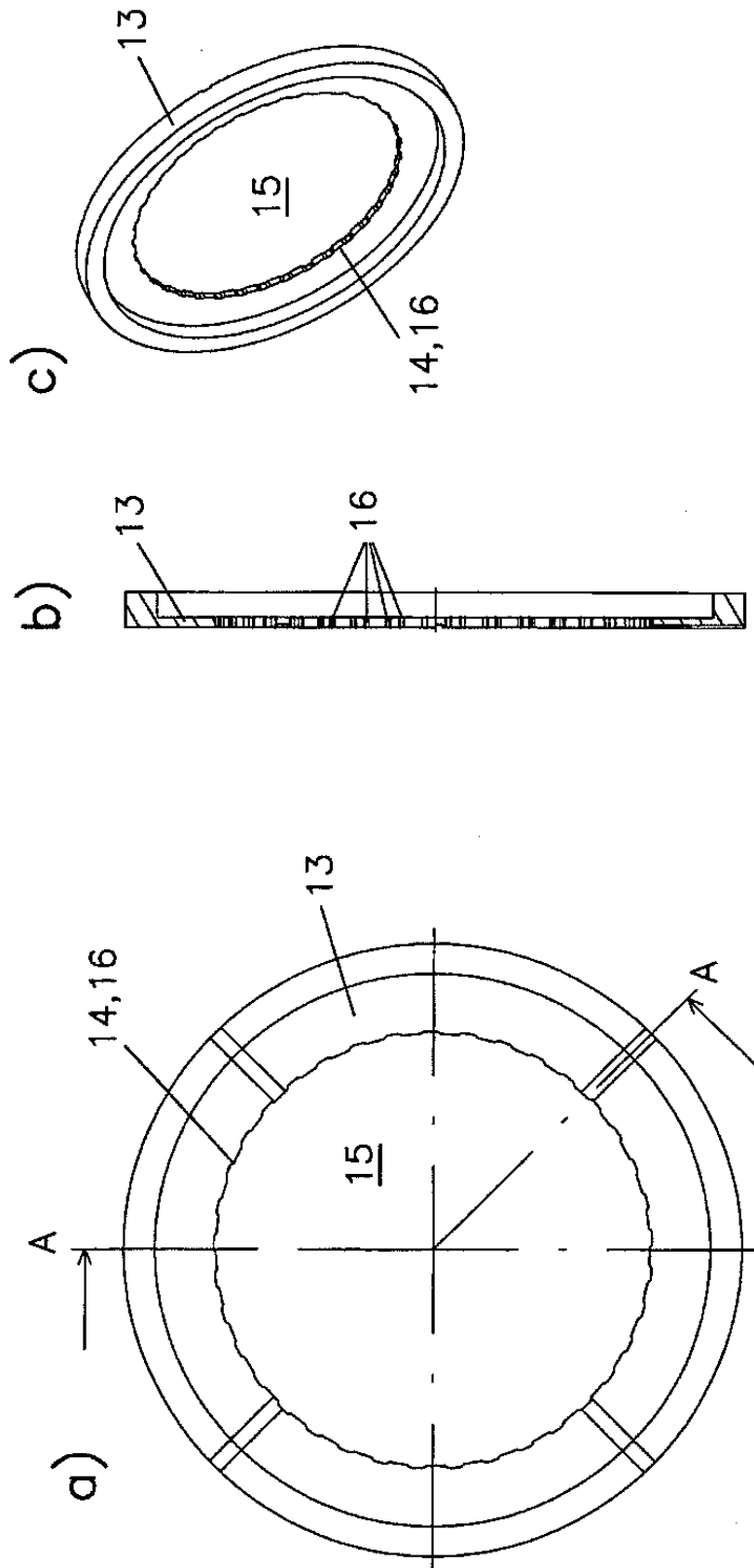


Fig. 3