



337745

MEMORIA DESCRIPTIVA

que se presenta para unir a la solicitud  
de

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

formulada el 8 de Marzo de 1967, con el núm. 337.745

e n

E S P A Ñ A

por VEINTE años

a nombre de COMMISSARIAT A L'ENERGIE ATOMIQUE, entidad francesa, establecida en 29, rue de la Fédération, París, Francia, por:

"PROCEDIMIENTO DE FABRICACION DE PAREDES DE TOBERAS DE CONVERSION"

---

La presente invención de David Yerouchalmi y Pierre Zettwoog se refiere a estructuras de paredes de toberas de conversión magnetohidrodinámica en ciclo cerrado.

Las paredes de toberas de conversión M H D deben satisfacer un cierto número de condiciones, que pueden resumirse así:

1) permitir la transferencia de los electrones del circuito de carga al plasma,

2) resistir a la corrosión química y no impurificar el plasma por desgasificación,



3) estar a temperatura elevada para que las pérdidas térmicas sean despreciables,

4) asegurar un cierto reparto de los potenciales eléctricos.

5 Estas condiciones son severas y a menudo contradictorias. La transferencia de los electrones del circuito de carga al plasma gracias a la emisión termoiónica de los electrodos está asegurada en general cuando los electrodos son de metal refractario y cuando la temperatura es superior o igual a 1200°K.

10 La resistencia de un material a los ataques químicos y sus cualidades de no impurificación del plasma son tanto mayores cuanto más baja es su temperatura, lo que va contra la exigencia de tener pérdidas térmicas tan pequeñas como sea posible y una buena emisión termoiónica.

15 La distribución de los potenciales eléctricos tal como se define por la sucesión de los electrodos y de los aislantes, puede ser perturbada por corto-circuitos detrás de los electrodos, en particular por cerámicas hechas conductoras, por depósito o migración de vapores de cesio, o incluso por cesio líquido condensado.

20 La presente invención se refiere a estructuras de paredes de toberas de conversión magnetohidrodinámica, que llenan las condiciones precedentemente citadas y que presentan en particular las propiedades siguientes:

- 25
- una emisión termoiónica siempre suficiente,
  - temperaturas de cerámicas aislantes bajas, mientras que solos, los electrodos refractarios de metal pueden alcanzar la temperatura del gas,
  - 30 - pérdidas térmicas muy pequeñas,



- una seguridad total en cuanto a los corto-circuitos de los electrodos.

Las estructuras de las paredes de toberas de conversi3n magnetohidrodinámica de acuerdo con la invención están caracterizadas porque están constituidas por una sucesión  
5 alternada de finas laminillas de metales refractarios que forman los electrodos y de segmentos de materiales refractarios que sirven de aislante térmico y eléctrico, sobrepasando dichos electrodos el nivel de la tobera.

10 Gracias a su pequeña capacidad térmica, las laminillas electrodos adquieren rápidamente su temperatura. La transferencia convectiva de las calorías del plasma caliente a gran velocidad hacia las paredes aislantes se hace, sea por conducción en las laminillas, conducción despreciable dada la  
15 finura de las laminillas, sea por convección lenta o conducción en los espacios de gas aprisionados entre cada laminilla, transferencia igualmente poco eficaz si las laminillas están bastante próximas. Lo esencial de la diferencia de temperatura entre el ambiente y el plasma se encuentra pues en  
20 la capa inmediatamente adyacente a los refractarios aislantes, siendo débil el flujo térmico y estando las cerámicas a temperaturas bajas.

La invención se comprenderá mejor con la lectura de la descripción que sigue que se refiere a las figuras adjuntas.  
25

- La figura 1 representa de una manera esquemática una porción de tobera MHD de conformidad con la invención.

- La figura 2 muestra un corte longitudinal de una tobera de conversión por magnetohidrodinámica.

30 - Las figuras 3 y 4 representan dos cortes transver-



sales de una tobera de conversión por MHD, el primero de los cuales está efectuado por el eje I-I de la figura 1.

- Las figuras 5, 6 y 7 ilustran el montaje de los diversos elementos de una tobera de conformidad con la invención.

5

En la figura 1 los electrodos designados por  $E_1$ ,  $E_2$ ,  $E_3$ , y  $E_N$  están fijados en una sección transversal de una tobera de cerámica aislante. Estos electrodos están formados por una parte más gruesa (a) en la masa de la cerámica, soldada a una parte (b) de menor grueso y que sobrepasa el nivel interno de la tobera en una altura (h). La distancia (d) que separa dos electrodos y la altura (h) están en una relación próxima a  $1/5$ .

10

15

La tobera está realizada en un material refractario tal como alúmina, óxido de berilio o nitruro de boro y los electrodos en un metal refractario tal como tántalo, níquel o en un metal noble como el platino.

20

La sección transversal de la tobera puede tener diversos perfiles sin que varien sin embargo las propiedades reivindicadas. En la continuación del texto, se tratará más particularmente de una tobera de sección circular, pero ha de quedar bien entendido que la invención se aplica igualmente a toberas que presentan otras secciones transversales.

25

La invención se refiere igualmente a un procedimiento de fabricación de estas toberas que comprende dos modos de realización.

30

En un primer modo de realización, se sierra un tubo, realizado por ejemplo en alúmina, longitudinalmente según una cuerda de la sección circular que sobrepasa en 10% aproximadamente el diámetro de esta misma sección como muestran

27.3.67

- 4 -

337745



las figuras 3 y 4. La misma operación se repite con un segundo tubo de la misma longitud y de la misma sección circular. Para realizar la tobera se utilizan solamente las dos porciones de tubo 1 y 2 cuya sección residual es mayor que un semi-círculo para tallar un encaje conveniente (figura 7) y para formar por ensamble un cilindro de sección perfectamente circular. Tales pares de elementos pueden encajarse en el sentido longitudinal con pares de elementos de la misma dimensión para constituir toberas de longitud deseada. Es lo que ilustran la figura 5, que representa dos pares de elementos 1,2 y 1', 2' que pueden encajarse uno en otro, y la figura 6, que muestra el ensamble de los elementos 2 y 2'. El conjunto se aloja en un tubo concéntrico, por ejemplo de óxido de alúmina, para obtener la estanqueidad y el centrado de la tobera.

Los tubos semi-cilíndricos llevan interiormente unas ranuras equidistantes 3 de espesor y profundidad pequeños, que sirven de alojamientos a unas arandelas metálicas 4, que constituyen los electrodos. Estas ranuras se realizan, por ejemplo, con la ayuda de una sierra adiamantada. En diversos ejemplos de realización las arandelas tenían un grueso comprendido entre 1/4 y 1/2 mm y una profundidad del orden de 1/2 mm y estaban separadas por 1/2 mm de cerámica.

Según una de las características importantes de la invención, los electrodos metálicos circulares tienen un diámetro interior ligeramente menor que el de los anillos cerámicos. Esta disposición permite asegurar la elevación rápida de temperatura del metal con relación a la cerámica que permanece relativamente fría, por ejemplo a aproximadamente 500 a 1000°K. Esto se explica por el hecho de que entre dos elec-



trodos tales como  $E_1$  y  $E_2$  existe una zona gaseosa poco turbulenta que favorece muy poco los intercambios térmicos con la cerámica cuya masa y cuyo carácter aislante constituyen por otra parte una barrera térmica muy eficaz.

5 El segundo modo de realización de la invención es aplicable más particularmente al caso en que las masas térmicas de los electrodos son muy pequeñas con relación a los aislantes cerámicos que las rodean. Según este modo de realización, se parte de un tubo de cerámica que se secciona con  
10 la ayuda de una sierra adiamantada. El tubo se vuelve a unir seguidamente intercalando, como muestra la figura 2, entre las arandelas cerámicas 5 finas arandelas de metal refractario 4. Las arandelas de cerámica tienen un grueso por ejemplo de  $1/4$  a  $1/2$  mm y las arandelas de metal refractario un grueso de 20 a 50 micras.  
15

El conjunto del tubo así vuelto a montar con los electrodos metálicos intercalados entre las arandelas de cerámica es introducido en una plantilla de siliciuro de carbono tallada en una sola pieza y cuya dilatación en caliente  
20 es inferior a la de la cerámica que constituye el tubo, y sinterizado a una temperatura del orden de  $1600^{\circ}\text{C}$ .

La soldadura cerámica-metal se efectúa durante esta operación, y después de enfriamiento se obtiene una pieza monolítica que presenta buenas propiedades mecánicas.

25 El conjunto, después de haber sido rectificado interior y exteriormente, se aloja en un tubo concéntrico de material refractario que asegura la estanqueidad y el centrado de la tobera, impidiendo al propio tiempo los cortocircuitos en la contigüidad de la tobera.

30 Esta solicitud que corresponde a la presentada en

**337745**



Francia el 9 de Marzo de 1966, bajo el número PV 52.619, se acoge a los beneficios del artículo 51 del vigente Estatuto sobre Propiedad Industrial.

- N O T A -

- 5            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:
- 10            1ª.- Una disposición para estructuras de paredes de toberas de conversión por magnetohidrodinámica, caracterizadas porque están constituidas por una sucesión alternada de finos segmentos de metales refractarios que constituyen los electrodos y de segmentos de materiales refractarios que sirven de aislante térmico y eléctrico, sobrepasando dichos electrodos el nivel interno de la tobera.
- 15            2ª.- Procedimiento de fabricación de paredes de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado porque consiste en unir unos tubos semi-cilíndricos de cerámica en los cuales se han trazado interiormente ranuras equidistantes destinadas a alojar unas arandelas metálicas que sirven de electrodos.
- 20            3ª.- Procedimiento de fabricación de paredes de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado porque consiste en seccionar un tubo de cerámica en arandelas, en unir de nuevo dichas arandelas intercalando finas arandelas de metal refrac-

7 ABR 1967

tario, en apretar el conjunto en una plantilla realizada en siliciuro de carbono, y en sinterizar a una temperatura del orden de 1600°C para producir la soldadura cerámica-metal.

5 4.º.- Procedimiento de fabricación de paredes de toberas de conversión.

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.

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

Madrid,

7 ABR 1967

P.A.

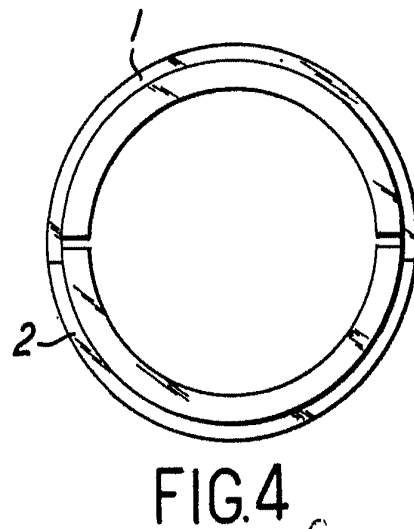
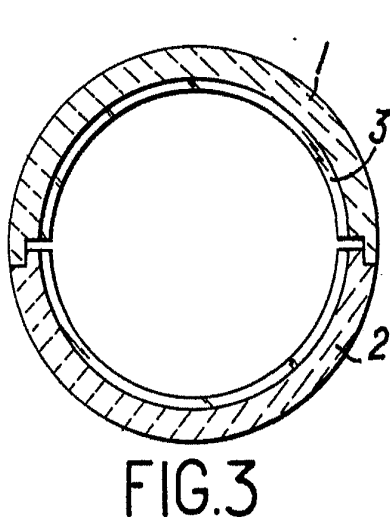
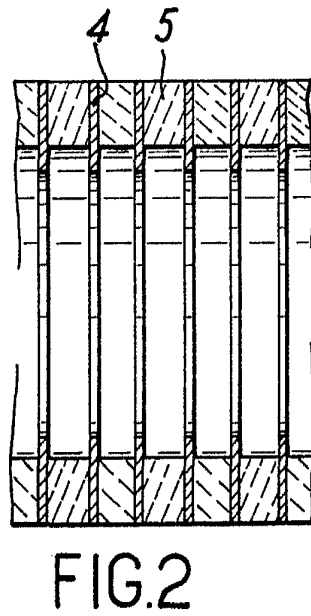
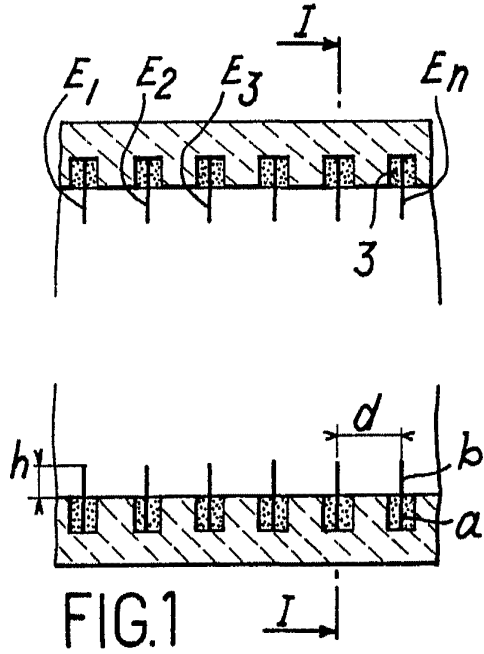
Alderto de Ezabona  
Por Poder

337745

27.3.67  
AVS.



337745



*Handwritten signature or initials.*

337745

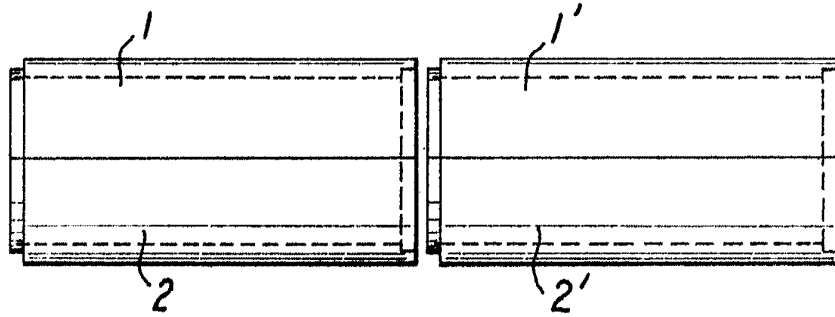


FIG. 5

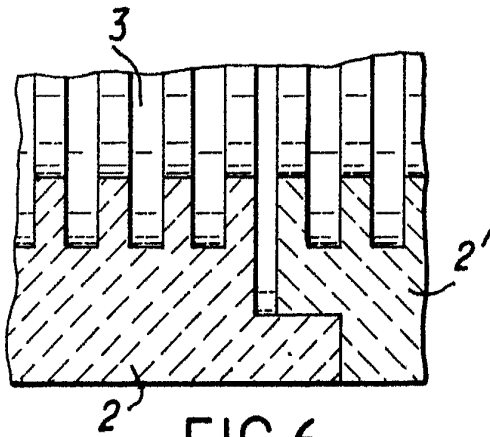


FIG. 6

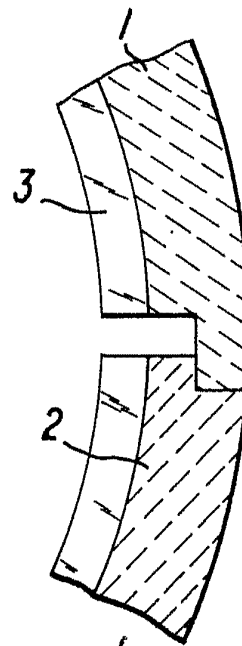


FIG. 7

*Handwritten signature or mark at the bottom right of the page.*