

MINISTERIO DE INDUSTRIA
REGISTRO DE LA PROPIEDAD INDUSTRIAL



19 ES	11 NUMERO	10 A 1
	21 457.411	
	22 FECHA DE PRESENTACION	
	31-3-1977	

PATENTE DE INVENCION

P.- 65.509
0802/2

30 PRIORIDADES:	32 FECHA	33 PAIS
31 NUMERO		

47 FECHA DE PUBLICIDAD	51 CLASIFICACION INTERNACIONAL	62 PATENTE DE LA QUE ES DIVISIONARIA
	H01J	

64 TITULO DE LA INVENCION

"PERFECCIONAMIENTOS INTRODUCIDOS EN UNA FUENTE PRODUCTORA DE UN HAZ TUBULAR DE IONES"

71 SOLICITANTE (S)

GEORGY ALEXANDROVICH KOVALSKY;
JURY PETROVICH MAISHEV y
JURY AKIMOVICH DMITRIEV

DOMICILIO DEL SOLICITANTE 1) Ulitsa Stroitelei, 4, korpus 7, kv 6, Moscú;
2) Samskoi proezd, 21, korpus 1, kv 43, Moscú y 3) Ulitsa Kakhovka,
21, korpus 1, kv 10, Moscú, todos en Unión de Repúblicas Socialis-
tas Soviéticas

72 INVENTOR (ES)

Los mismos solicitantes

73 TITULAR (ES)

74 REPRESENTANTE

DON ALBERTO DE ELZABURU MARQUEZ

P.- 65.509

1 La presente invención se refiere a dispositivos usados para obtener un haz de iones y, en particular, a fuentes de iones que producen un haz de iones intensivo y axialmente simétrico.

5 Es sumamente ventajoso emplear la presente invención para obtener películas delgadas de diversos materiales por pulverización iónica y, también, para limpiar superficies por decapado iónico.

10 La presente invención puede servir también de inyector de partículas cargadas, para otros fines.

15 En la actualidad se conoce una fuente de iones que lleva incorporada una envolvente cilíndrica hueca, con uno de sus extremos ciego y con un orificio en la tapa del extremo opuesto. La envolvente contiene una varilla coaxialmente dispuesta, con uno de sus extremos fijado a la tapa ciega de la envolvente. El otro extremo de la varilla se halla colocado en el orificio de la tapa de extremidad opuesta, de modo que se obtiene un hueco o intervalo circular entre la superficie lateral de la varilla y el orificio de la tapa, para la emisión de iones. La envolvente y la varilla están hechas de un material magnéticamente permeable o dulce.

20

25 La varilla lleva una bobina de electroimán dispuesta de modo que el campo magnético producido por la bobina hace que el extremo libre de la varilla y la pared del orificio de la tapa sean de polaridades opuestas, esto es, que se obtenga un campo magnético radial dentro del hueco o intervalo circular.

30 En posición coaxial sobre la varilla, en el interior de la envolvente y cerca del orificio de la tapa, hay

1 colocado un electrodo anular de modo que se enfrenta al hueco o intervalo circular.

La fuente de iones está conectada a una tensión eléctrica aplicada de modo que la envolvente y la varilla constituyen el cátodo y el elemento anular es el ánodo del dispositivo.

La envolvente está llena de un gas productor de iones como, por ejemplo, el argón.

La aplicación de una tensión de alrededor de 10 kV a la fuente de iones inicia una descarga fría entre el ánodo y el cátodo del dispositivo. Los iones producidos por la descarga son dirigidos por el campo electromagnético hacia el cátodo, y emitidos a través del hueco o intervalo circular.

La fuente arriba descrita permite obtener una intensidad de corriente de haz iónico de hasta 10 amperios a una presión de gas de 10^{-4} a 10^{-5} mm Hg y con una tensión aplicada de hasta 10 kV.

Una desventaja importante de la fuente indicada es la amplia diseminación o dispersión de la energía iónica (prácticamente desde cero hasta el valor de la tensión aplicada), lo que hace bastante difícil producir, controlar y transferir los iones a la superficie que se esté tratando.

La dispersión de energía se debe a la ionización equiprobable del gas en cualquier punto del intervalo acelerador entre el cátodo y el ánodo. Como consecuencia, la energía adquirida por los iones depende de la diferencia entre el potencial en el punto de producción de los mismos y el potencial del cátodo. La dirección de emisión de los

1 iones a partir del intervalo acelerador depende también
del punto real y efectivo de producción de los iones, lo
que ocasiona una considerable expansión del haz iónico.

5 Existe también una fuente de iones que tiene la
siguiente forma de construcción: Esta fuente tiene una en-
volvente cilíndrica hueca con una tapa de extremidad ciega
y un orificio en la tapa del otro extremo. La envolvente
contiene una culata cilíndrica hueca con uno de sus extre-
mos coaxilmente fijado a la tapa ciega de la envolvente.
10 La extremidad libre de la culata lleva un disco colocado
dentro del orificio de la tapa, para así obtener un hueco
o intervalo circular entre la superficie lateral del disco
y la pared del orificio. La envolvente contiene también dos
bobinas de electroimán, una que abraza la culata y la otra
15 fijada a la pared lateral interna de la envolvente.

La envolvente, la culata y el disco están hechos
de un material magnéticamente dulce o permeable.

Hay un cátodo anular dispuesto coaxilmente en el
interior de la envolvente, cerca de la tapa ciega de ésta
20 y opuesto al intervalo circular. El cátodo está rodeado
de una pantalla de material magnéticamente permeable. La
pantalla catódica está fijada a la extremidad de tapa cie-
ga de la envolvente. La pantalla tiene una hendidura cir-
cular para la emisión de iones, situada frente al hueco o
25 intervalo circular entre la superficie lateral del disco
y la pared del orificio de la tapa de extremidad abierta.

La fuente tiene una bobina de electroimán fijada
a la superficie lateral de la envolvente, que produce un
campo magnético que acarrea la extremidad de tapa abierta,
30 la superficie lateral de la envolvente, parte de la extre-

1 midad de tapa ciega y parte de la pantalla catódica, y establece un campo magnético axial dentro del hueco o intervalo existente entre la pantalla catódica y el borde de la extremidad de tapa abierta.

5 Hay también una bobina de electroimán fijada a la varilla, que produce un campo magnético que abarca el disco, la varilla, parte de la extremidad de tapa ciega y parte de la pantalla catódica, y establece un campo magnético axial dentro del intervalo o hueco entre la pantalla
10 catódica y el borde del disco.

 El campo magnético de las dos bobinas se establece de modo que las líneas de fuerza magnéticas salen por la extremidad de tapa abierta y el disco de culata y entran por la pantalla catódica.

15 Entre la extremidad de tapa abierta y la pantalla catódica hay situado un ánodo anular plano con una hendidura circular, en posición coaxial respecto a la envolvente. La hendidura circular está colocada en posición opuesta al intervalo o hueco entre el orificio de la extremidad
20 de tapa abierta y el disco.

 Hay un electrodo acelerador colocado fuera de la envolvente, en la extremidad de tapa abierta. El electrodo acelerador está hecho en forma de disco de material no magnético con una hendidura circular coaxial respecto a la
25 envolvente y colocada frente al hueco o intervalo entre la extremidad de tapa abierta y el disco.

 A cierta distancia del electrodo acelerador, en la dirección de paso de la corriente de iones, hay dispuesto un electrodo retardador. Este electrodo retardador es similar al electrodo acelerador, y tiene una hendidura circular
30

1 situada frente a la del electrodo acelerador. La envolvente
está llena de un gas productor de iones como, por ejemplo,
el argón.

5 La fuente de iones funciona con arreglo al si-
guiente principio: Los electrones emitidos desde la super-
ficie del cátodo caliente colisionan, en el transcurso de
su recorrido, con las moléculas del gas de trabajo, y lo
ionizan. Como consecuencia, se inicia una descarga entre el
cátodo y el ánodo de la fuente. El plasma resultante se di-
10 funde a lo largo del campo magnético establecido por las
dos bobinas, hacia el intervalo circular formado entre la
extremidad de tapa abierta y el disco. Al aplicarse una
tensión eléctrica suficientemente alta a la envolvente y el
electrodo acelerador, se extraen iones del límite o fronte-
15 ra del plasma, se aceleran y luego se deceleran hasta el
nivel de energía requerido, formándose con ellos un haz,
merced a la tensión eléctrica aplicada a los electrodos
acelerador y retardador.

20 El contorno o confín del plasma se fija con arre-
glo al valor de la tensión aplicada a la envolvente y el
electrodo acelerador. La densidad de la corriente tomada vie-
ne determinada por la tensión aplicada y la distancia entre
el confín del plasma y el electrodo acelerador. Además de
eso, la densidad de la corriente que pasa por el orificio
25 del electrodo acelerador viene limitada por la carga espa-
cial propia del haz, que tiende a dispersar el haz de iones
y, por consiguiente, hace más difícil la obtención de un haz
de iones de gran intensidad, lo que constituye una desventa-
ja esencial de la fuente de iones arriba descrita.

30 Además, la producción y formación del haz iónico

1 se efectúa por medio de un sistema de varios electrodos, que da lugar a pérdidas de intensidad de corriente iónica en los electrodos.

5 Otras desventajas de la fuente de iones arriba descrita son sus características de construcción complicadas, gran tamaño, gran peso y dificultades de atención y mantenimiento (debidas a la dificultad de ajuste y al gran número de fuentes de alimentación de energía).

10 Otra fuente de iones ya conocida es la que tiene una envolvente cilíndrica hueca con una extremidad cerrada ciega en la que se aloja un cilindro interior hueco coaxil, con uno de sus extremos fijado a la extremidad de tapa ciega de la envolvente. La envolvente y el cilindro interior están dispuestos de modo que sus extremos opuestos a la tapa se hallan en un mismo plano. Estos extremos de la envolvente y el cilindro interior llevan dos anillos planos que sirven de anticátodo. Los anillos están situados concéntricamente en el mismo plano y en posición coaxil respecto a la envolvente, de modo que el hueco o intervalo entre ellos está en el espacio comprendido entre la envolvente y el cilindro hueco interior. Ese espacio es la cámara de descarga de la fuente, y el intervalo sirve para extraer los iones del plasma producido en la cámara. Hay dos cilindros, que sirven de ánodo, dispuestos concéntrica y coaxilmente respecto a la envolvente en ambos lados de un cátodo anular colocado frente al hueco o intervalo entre los anillos en la extremidad de tapa plana de la cámara de descarga.

20 Dos anillos, que sirven de electrodo acelerador con un hueco o intervalo circular situado frente al del anticátodo, van fijados paralelamente al plano de este últi-

30

1 mo, fuera de la cámara de descarga en la extremidad del anticátodo, y por medio de dos aisladores cilíndricos huecos, a los extremos de la envolvente y del cilindro interior que sostienen los anillos de anticátodo.

5 La cámara de descarga está llena del gas de trabajo (por ejemplo, argón). La fuente de iones está situada en posición en el campo magnético de modo que las líneas de fuerza magnéticas están alineadas con el eje de la envolvente.

10 Los electrones que salen de la superficie de cátodo caliente ionizan el gas de trabajo (el argón) mientras efectúan su recorrido antes de alcanzar el ánodo. En consecuencia, se establece una descarga de gas dentro de la cámara de descarga. El plasma resultante se mueve por difusión siguiendo las líneas de fuerza magnéticas hacia el anticátodo. Al aplicarse una tensión eléctrica correspondiente entre el anticátodo y el electrodo acelerador, los iones del gas de trabajo se extraen de la superficie del plasma, son acelerados y constituyen un haz a través del

15 intervalo circular practicado en el anticátodo. En el transcurso de este proceso, algunos de los iones llegan al electrodo acelerador y producen la emisión de unos electrones secundarios, que son acelerados en sentido opuesto al del flujo de iones y bombardean la superficie de la cámara de

20 descarga, el cátodo y el ánodo, calentando así y destruyendo estos últimos. El paso del haz iónico a través del gas residual ioniza a este último, y produce electrones similares a los electrones secundarios, que llegan a la superficie de la cámara de descarga y sus componentes, sin impedimento alguno, los calienta y los destruye, siendo ésta

25

30

1 una grave desventaja de la fuente arriba descrita. Otras
desventajas son que la densidad de la corriente tomada del
confín del plasma depende del valor de la tensión aplicada
y de la distancia entre el confín del plasma y el electro-
5 do acelerador, en tanto que el confín del plasma se fija
con arreglo al valor de la tensión aplicada.

Asimismo, la densidad de la corriente que pasa
por el orificio del electrodo acelerador está limitada por
la propia carga espacial del haz.

10 La propia carga espacial del haz tiende a disper-
sar el haz de iones y, por consiguiente, hace más difícil
la obtención de un haz iónico de gran intensidad.

Conocida es también una fuente de iones que tie-
ne una envolvente cilíndrica hueca con una extremidad de
15 tapa ciega, en tanto que el otro extremo lleva un orificio
redondo. La envolvente contiene una varilla coaxil respec-
to a la envolvente y fijada por uno de sus extremos a la
extremidad de tapa ciega de la envolvente.

El otro extremo de la varilla está situado en
20 posición en el orificio de la extremidad de tapa abierta,
de modo que se obtiene un hueco o intervalo circular entre
la superficie de la varilla y la pared del orificio, para
la emisión de iones.

La envolvente y la varilla están hechas de mate-
25 riales magnéticamente permeables.

La superficie lateral interior de la envolvente
lleva dispuesta una bobina de electroimán de modo que su
campo magnético hace que el extremo libre de la varilla y
la pared del orificio sean de polaridad opuesta, esto es,
30 establece un campo magnético radial dentro del intervalo

1 o hueco circular.

En el interior de la envolvente y en posición coaxil en torno a la varilla va colocado un ánodo cilíndrico hueco.

5 Fuera de la envolvente, en posición coaxil y en el extremo de tapa abierta que lleva el orificio, hay montado un cátodo anular.

10 A cierta distancia del cátodo, en la dirección de recorrido del haz iónico, hay colocado un electrodo acelerador. Este electrodo acelerador está realizado en forma de disco con un orificio coaxil respecto a la envolvente y situado en posición opuesta al orificio practicado en la extremidad de tapa abierta de la envolvente.

15 La envolvente está llena de un gas de trabajo como, por ejemplo, el argón. La fuente de iones funciona con arreglo al principio siguiente: Los electrones que salen de la superficie de cátodo caliente se mueven a lo largo de las líneas de fuerza del campo eléctrico, por el interior de la envolvente, hacia el ánodo. Como consecuencia, se ioniza el gas contenido en la envolvente. El plasma formado de esa manera llena el espacio interior de la envolvente. Al aplicarse una tensión alta, hasta de 10 kV, entre 20 la envolvente y el electrodo acelerador, los iones se aceleran y forman un haz.

25 La fuente de iones arriba descrita presenta varias desventajas inherentes. El haz iónico de la fuente es de una intensidad bastante baja, puesto que la carga espacial propia del haz hace más difícil tomar los iones de la superficie, y no permite aumentar la densidad de la corriente iónica. La carga espacial propia del haz hace también 30

1 más difícil formar el haz iónico y da lugar a pérdidas de corriente iónica en el electrodo acelerador.

Los electrones secundarios resultantes del bombardeo del electrodo acelerador por los iones van destruyendo gradualmente la extremidad de tapa abierta.

5 El electrodo acelerador está en proximidad directa con la región en la que se produce el plasma y, por tanto, su superficie entera está sujeta a un intenso bombardeo con iones, que eleva la temperatura del electrodo acelerador y lo destruye.

10 Es objeto de la presente invención eliminar las desventajas arriba citadas de las fuentes de iones ya conocidas.

Otro objeto de la presente invención es el de obtener un haz iónico monoenergético dirigido de alta intensidad.

Otro objeto más de la presente invención es el de reducir el peso y el tamaño de la fuente de iones.

Otro objeto, todavía, de la presente invención es el de aumentar el rendimiento de la fuente de iones.

20 Un objeto más de la presente invención es el de hacer posible la neutralización del efecto de la corriente del haz de iones sobre el blanco.

Es asimismo objeto de la presente invención desarrollar una fuente de iones en la que la intensidad del haz iónico se aumenta compensando para ello la carga espacial propia del haz en el instante de su formación.

Dichos objetos se consiguen mediante el desarrollo de una fuente productora de un haz tubular de iones, la cual comprende un cátodo y ánodo anulares dispuestos en

1 el interior de una envolvente cilíndrica con una extre-
dad de tapa dotada de un orificio axial y una segunda extre-
midad de tapa ciega, y una varilla dispuesta coaxilmente
5 con uno de sus extremos fijado a la extremidad de tapa cie-
ga de la envolvente, en tanto que el segundo extremo de la
varilla lleva un disco colocado en el orificio axial de la
otra extremidad de tapa, para así obtener un intervalo cir-
cular confinado por la pared lateral del orificio para la
emisión de iones, conteniendo la envolvente una bobina elec-
10 tromagnética coaxilmente dispuesta, estando dicha fuente
también provista de un dispositivo para acelerar los iones
con arreglo a la presente invención, de tal modo que la en-
volvente cilíndrica contiene una envolvente anular hueca,
eléctricamente aislada y coaxilmente dispuesta, que abarca
15 el cátodo y ánodo anulares, teniendo la envolvente anular
un hueco o intervalo circular en su extremidad de tapa que
se enfrenta al intervalo circular dispuesto en la extremi-
dad de tapa de la envolvente cilíndrica, y existiendo un
cátodo termoelectrónico coaxilmente dispuesto fuera de la
20 envolvente cilíndrica, cerca de la extremidad de tapa de
ésta que tiene el intervalo circular, estando la envolvente
cilíndrica y sus extremidades de tapa, así como la varilla
y el disco, hechos de un material magnéticamente dulce o
permeable, en tanto que la envolvente anular esta hecha de
25 un material no magnético.

El empleo de una envolvente anular de material no
magnético abarcando o abrazando el cátodo y el ánodo dentro
de la envolvente cilíndrica hace posible obtener una cámara
de descarga aislada y aumentar el grado de ionización del
30 gas de trabajo: esto es, aumentar la concentración del plas-

1 ma y, por consiguiente, la densidad de la corriente iónica
tomada de la fuente.

El uso de una extremidad de tapa de envolvente
cilíndrica y de una varilla y un disco de material magnéti-
5 co permite obtener, en la región donde se produce y forma
el haz de iones, un campo magnético con sus líneas de fuer-
za perpendiculares a las líneas de fuerza del campo eléctri-
co. Esto hace posible establecer un desplazamiento de elec-
trones dentro de la región productora y formante del haz y,
10 por tanto, obtener un flujo de paso o circulación de elec-
trones que compense la carga espacial propia del haz.

La provisión de un cátodo termoelectrónico en
frente de la extremidad de tapa de envolvente cilíndrica
permite obtener un flujo de circulación de electrones que
15 compensa la carga espacial propia del haz.

Además, el uso del cátodo termoelectrónico hace
posible neutralizar el efecto de la corriente de haz iónico
sobre el blanco de incidencia.

Es muy conveniente que la sección recta transver-
20 sal de la varilla y los bordes del disco y del orificio de
extremidad de tapa de la envolvente cilíndrica sean de una
forma tal que haga que las líneas de fuerza del campo magné-
tico producido por la bobina de electroimán entre las extre-
midades de tapa abierta de la envolvente cilíndrica y de la
25 envolvente anular coincidan con las superficies equipoten-
ciales del campo eléctrico establecido al ser aplicada la
tensión eléctrica a la envolvente anular.

Mediante el recurso de hacer la sección recta
transversal de la varilla y los bordes de orificio de las
30 envolventes cilíndrica y anular de una forma tal que las

1 líneas del campo magnético coincidan con las superficies equipotenciales del campo eléctrico, se hace posible crear las condiciones más favorables para la compensación de la carga espacial propia del haz.

5 La presente invención se describirá con mayor detalle en lo que sigue, a título de ejemplo, con referencia a los dibujos adjuntos, en los cuales:

- la figura 1 representa una vista en sección recta de la fuente de iones propuesta;

10 - la figura 2 presenta una vista de la fuente de iones propuesta, tomada según la flecha A;

- la figura 3 presenta una vista de la fuente de iones propuesta, según la traza III-III de la fig. 1;

15 - la figura 4 presenta una versión de la forma de los bordes del orificio de la envolvente anular y los bordes del disco y del orificio de la extremidad de tapa de la envolvente cilíndrica; y

20 - la figura 5 presenta otra versión de la forma de los bordes del orificio de la envolvente anular y los bordes del disco y del orificio de la extremidad de tapa de la envolvente cilíndrica.

La fuente productora de un haz tubular de iones propuesta comprende una envolvente cilíndrica hueca 1 (figs. 1, 2 y 3) con una extremidad de tapa 2 ciega, en tanto que
25 la segunda extremidad de tapa 3 tiene practicado un orificio. La envolvente cilíndrica 1 contiene una varilla 4 colocada en posición coaxil respecto a la envolvente cilíndrica 1, y con uno de sus extremos fijado a la extremidad de tapa ciega 2. El extremo libre de la varilla 4 lleva un
30 disco 5 situado en posición en el plano de la extremidad de

1 tapa 3 abierta, de modo que se obtiene un intervalo o hueco circular para la emisión de iones entre la superficie del disco 5 y la pared del orificio practicado en la extremidad de tapa 3.

5 La envolvente cilíndrica 1, la varilla 4 y el disco 5 están hechos de un material magnéticamente dulce o permeable: por ejemplo, de acero con un contenido de no más de 0,1% de carbono, no más de 0,2% de silicio y no más de 0,4% de manganeso.

10 La envolvente cilíndrica 1 aloja una bobina de electroimán 6, coaxilmente dispuesta y fijada a la superficie lateral de la envolvente de manera que el campo magnético establecido por la bobina 6 hace que la superficie lateral del disco 5 y la pared del orificio practicado en la extremidad de tapa 3 sean de polaridad magnética opuesta: esto es, de modo que se obtenga un campo magnético radial dentro del hueco o intervalo circular comprendido entre los bordes del orificio practicado en la extremidad de tapa 3 y del disco 5.

20 La varilla tiene una sección recta transversal tal que, dentro de la envolvente cilíndrica 1, se establece un campo magnético axial, en unión del campo magnético radial producido entre los bordes del orificio practicado en la extremidad de tapa 3 y del disco 5. Por ejemplo, para un área de sección recta transversal de la varilla 4 que oscile entre 80 y 120 mm², se establece un campo magnético axial de 300 a 500 oersteds dentro de la envolvente cilíndrica 1 y un campo magnético radial de 1000 a 1500 oersteds en el intervalo (entrehierro) circular.

30 La envolvente anular 7, con un intervalo circu-

1 lar en su extremidad de tapa 8, situado en posición opuesta
o enfrentado al intervalo circular de la extremidad de tapa
3, se halla dispuesta en el interior de la envolvente cilín-
drica 1, en posición coaxil respecto a la varilla 4. La en-
5 envolvente anular 7 está hecha de un material no magnético
como, por ejemplo, el cobre o el molibdeno. La envolvente
anular 7 está eléctricamente aislada de la envolvente cilín-
drica 1 y de la bobina de electroimán 6.

10 En el interior de la envolvente anular 7, dentro
de la región del campo magnético uniforme establecido por
la bobina de electroimán 6, va colocado un cátodo anular 9
hecho, por ejemplo, de un conductor de tungsteno de 2 milí-
metros de diámetro, aproximadamente a igual distancia de
las extremidades de tapa de la envolvente cilíndrica 1 y
15 coaxilmente respecto a esta última. El cátodo 9 está dispues-
to de modo que las líneas de fuerza del campo magnético axial
producido por la bobina de electroimán 6 pasan a través del
cátodo 9 y del intervalo circular practicado en la extreni-
dad de tapa abierta 8 de la envolvente anular 7.

20 En el interior de la envolvente anular 7, en posi-
ción coaxil respecto a la envolvente cilíndrica 1, y entre
el cátodo 9 y la extremidad de tapa 8 de dicha envolvente
anular 7, va colocado un ánodo anular 10. Este ánodo 10 se
halla colocado en las proximidades del cátodo 9, para así
25 aminorar el valor de la tensión de ignición y descarga de
gas aplicada entre el cátodo 9 y el ánodo 10.

30 El ánodo 10 está hecho de un diámetro ligeramente
mayor que el cátodo 9, con el fin de alargar el trayecto de
recorrido de los electrones desde el cátodo 9 al ánodo 10, y
aumentar el grado de ionización; el diámetro interior del

1 ánodo 10 se hace algo mayor que el diámetro exterior del
cátodo 9.

5 En frente (por delante) de la extremidad de tapa
abierta 3 y del orificio de la envolvente cilíndrica 1,
fuera de esta última y en posición coaxil respecto a ella,
va colocado un cátodo termoelectrónico anular 11. El cátodo
termoelectrónico 11 sirve para dar forma a la corriente
de electrones que llega, compensando la carga espacial pro-
10 pia del haz en la región de formación del haz iónico. Por
lo tanto, el cátodo termoelectrónico 11 ha de ser capaz de
emitir una cantidad suficiente de electrones y, correspon-
dientemente, está hecho de un material cualquiera adecuado
como, por ejemplo, el tungsteno o el tántalo.

15 El cátodo termoelectrónico 11 está colocado en
las proximidades de la extremidad de tapa abierta 3 de la
envolvente cilíndrica 1. La distancia de separación del
cátodo termoelectrónico 11 y la tapa de extremidad 3 de la
envolvente cilíndrica 1 depende de la intensidad del campo
magnético radial establecido por la bobina de electroimán
20 6 en las proximidades de la extremidad de tapa 3 de la en-
volvente cilíndrica 1. Esta distancia de separación aumenta
con la intensidad del campo magnético. En el caso de la for-
ma de realización descrita de la fuente de iones, la dis-
tancia de separación está entre 25 y 40 mm para una inten-
25 sidad de campo radial de 1000 a 1500 oersteds. Tal separa-
ción excluye todo efecto de los campos de dispersión de la
bobina de electroimán 6 sobre los electrones emitidos desde
la superficie del cátodo termoelectrónico 11. El diámetro
del cátodo termoelectrónico se elige de modo que el haz de
30 iones no lo toque en el transcurso de su paso a través del

1 cátodo; de no ser así, el cátodo termoelectrónico ll se
vería sujeto a bombardeo iónico y, como consecuencia, a un
rápido desgaste. El diámetro del cátodo termoelectrónico
ll ha de sobrepasar en la práctica al del orificio de la
5 extremidad de tapa 3 de la envolvente cilíndrica 1, en
alrededor de 10 a 15 mm.

La envolvente anular 7 está conectada a la fuen-
te de alimentación de tensión o energía eléctrica (no re-
presentada en el dibujo) y, por consiguiente, se estable-
ce un campo eléctrico entre la extremidad de tapa abierta
10 3 de la envolvente cilíndrica 1 y el disco 5.

Cuando la envolvente anular 7 está conectada al
terminal positivo ("+") y la envolvente cilíndrica 1 al
terminal negativo ("-") de la fuente de alta tensión, la
15 extremidad de tapa abierta 3 y el disco 5 sirven de medios
para extraer y acelerar los iones producidos dentro de la
envolvente anular 7: esto es, sirven de electrodo accelera-
dor.

La forma del electrodo acelerador y de la envol-
20 vente anular 7, así como la posición de los mismos uno res-
pecto a la otra, se eligen de modo que las líneas de fuerza
del campo magnético radial establecido por la bobina de
electroimán 6 coincidan con las superficies equipotenciales
del campo eléctrico dentro del hueco o intervalo (denomi-
25 nado intervalo acelerador) entre la envolvente anular 7 y
el electrodo acelerador. Como consecuencia, se obtienen
dentro del intervalo acelerador un campo eléctrico y un
campo magnético mutuamente perpendiculares. Mediante el re-
curso de hacer variar la forma y posición mutua de la en-
30 volvente anular 7 y el electrodo acelerador, se hace posi-

1 ble enfocar el haz iónico hasta formar una mancha de unos
5 a 10 mm de diámetro, o dirigirlo a lo largo del eje de
la fuente de iones como haz tubular en toda una distancia
de hasta 600 mm y más; o bien, como alternativa, desenfo-
5 carlo sobre una mayor área.

La forma óptima del electrodo acelerador y la
envolvente anular 7, y su disposición mutua, dependen del
valor de la alta tensión, y pueden ser como se ilustran
en las figs. 4 y 5.

10 Para una tensión de 0,2 a 5 kV entre el electro-
do acelerador (es decir, la extremidad de tapa abierta 3
de la envolvente cilíndrica 1 y el disco 5) y la envolven-
te anular 7, la forma de los bordes del orificio practica-
do en la extremidad de tapa 3 de la envolvente cilíndrica
15 1, y el disco 5, así como la forma de los bordes del ori-
ficio practicado en la envolvente anular 7, son como se
ilustra en la fig. 4. En este caso, la magnitud h del hue-
co o intervalo entre la envolvente anular 7 y el electrodo
acelerador está comprendida entre los límites de 1,0 a 2,5
20 milímetros.

Para una tensión de 6 a 10 kV entre el electrodo
acelerador y la envolvente anular 7, la forma de los bor-
des del orificio de la extremidad de tapa 3 de la envolven-
te cilíndrica 1 y el disco 5, así como la forma de los bor-
des del orificio de la envolvente anular 7, son como se
25 ilustra en la fig. 5. En este caso, la magnitud h del hue-
co o intervalo entre la envolvente anular 7 y el electrodo
acelerador se halla comprendida entre los límites de 3 a
3,5 milímetros.

30 La envolvente anular 7, para el funcionamiento

1 de la fuente de iones, está llena de un gas de trabajo (por ejemplo, argón) que produce los iones.

La fuente de iones funciona con arreglo al principio siguiente: La fuente de iones está conectada a una
5 cámara de vacío de trabajo (no representada en la fig. 1), en la que se hace el vacío por medio de, por ejemplo, una bomba usual de vacío, de difusión en aceite. La fuente de iones está conectada a un sistema de refrigeración con agua
10 (no representado tampoco en el dibujo), unas fuentes de alimentación de tensión y un sistema de alimentación de gas de trabajo (por ejemplo, argón), tampoco representado en el dibujo. En la cámara de vacío se establece un vacío de aproximadamente 10^{-5} mm Hg.

El cátodo 9 se calienta entonces, por medio de
15 una corriente eléctrica continua de 10 amperios, a la temperatura de emisión. La bobina de electroimán 6 se conecta a la fuente de alimentación de tensión eléctrica, y la fuente de iones se llena de argón con la ayuda de una unidad de infiltración (no representada en el dibujo). El paso
20 de argón se aumenta hasta que la presión en el interior de la cámara de vacío alcance de 1 a $2 \cdot 10^{-4}$ mm Hg, con la capacidad efectiva de evacuación de 1000 litros por segundo. Una vez logrado esto, se conecta el ánodo 10 a la fuente de alimentación, y se aplica una tensión de 40 a 70 voltios
25 entre el cátodo 9 y el ánodo 10. Esto inicia una descarga de arco en el interior de la envolvente anular 7, la tensión de descarga cae espontáneamente y aparece una corriente de arco que ha de aumentarse a unos 20...30 amperios mediante una subida de la tensión de descarga.

30 El plasma producido en el interior de la envolvente

1 te anular 7 se difunde a lo largo de las líneas de fuerza
del campo magnético hasta entrar en la región del interva-
lo circular de la envolvente anular 7. Entre la envolvente
anular 7 y la envolvente cilíndrica 1 se aplica una tensión
5 de aceleración. El intervalo o hueco existente en la envol-
vente anular 7 se convierte en el confín o límite del plas-
ma del cual son extraídos los iones por el campo eléctrico.

El confín del plasma se establece con arreglo al
valor de la tensión aplicada entre la envolvente anular 7
10 y el electrodo acelerador. La densidad de la corriente ióni-
ca tomada o extraída del confín del plasma viene determina-
da por el valor de la tensión aplicada y por la distancia
entre el confín del plasma y el electrodo acelerador. Ade-
más, la densidad de la corriente que pasa por el intervalo
15 circular del electrodo acelerador viene limitada por la
carga espacial propia del haz, que tiende a dispersar el
haz de iones. La corriente iónica tomada a igual distancia
entre el electrodo acelerador y el confín del plasma puede
incrementarse aumentando para ello la concentración del
20 plasma y aminorando el efecto de la carga espacial propia
del haz que produce la divergencia del haz iónico entre el
confín del plasma y el electrodo acelerador.

La carga espacial propia del haz se neutraliza
dentro del intervalo acelerador, por la introducción de un
25 flujo de electrones desde el cátodo termoelectrónico 11 en
el intervalo acelerador.

A este fin, el cátodo termoelectrónico 11 va co-
nectado a la fuente de alimentación y calentado por una co-
rriente continua de 10 a 15 amperios hasta su temperatura
30 de emisión.

1 Los electrones emitidos desde la superficie calien-
te del cátodo termoelectrónico 11 son acelerados, por la
tensión aplicada, en sentido contrario al del paso de la
corriente iónica.

5 Estos electrones se meten en el hueco o interva-
lo entre la envolvente anular 7 y el electrodo acelerador
y se mantienen allí debido al efecto conjunto de los campos,
magnético radial y eléctrico, mutuamente perpendiculares.
Estos electrones se desplazan siguiendo unas trayectorias
10 en cardioide dentro del intervalo circular de la envolvente
anular 7, y producen una carga espacial negativa que com-
pensa la carga espacial propia del haz.

15 Para una efectiva retención de los electrones,
las líneas de fuerza del campo magnético radial producido
por la bobina de electroimán 6 ha de coincidir con las su-
perficies equipotenciales del campo eléctrico dentro del
intervalo acelerador.

20 La intensidad de campo magnético dentro del in-
tervalo circular del electrodo acelerador excede de un de-
terminado valor crítico que depende del valor de la tensión
eléctrica de aceleración y la magnitud del intervalo acele-
rador. En este caso, los electrones pasan únicamente cerca
de la superficie emisora de iones (esto es, el confín o
límite del plasma), soslayan la envolvente anular 7 y alcan-
25 zan unos electrodos que están al mismo potencial que el cá-
todo termoelectrónico 11.

30 Durante el paso del haz iónico a través del gas
residual, este último se ioniza y los electrones liberados
en ese proceso son desplazados por efecto del campo eléctri-
co del haz iónico, a lo largo de este último. En consecuen-

1 cia, dichos electrones se meten en el intervalo acelerador
y parcialmente compensan la carga espacial propia del haz
de igual manera que los electrones emitidos desde la super-
ficie caliente del cátodo termoelectrónico 11.

5 Es de notar que cuando la fuente de iones opera
a una presión, en el interior de la cámara de vacío, de
 $3 \cdot 10^{-4}$ a $1 \cdot 10^{-5}$ mm Hg. los electrones producidos al paso
del haz iónico a través del gas residual son suficientes
para compensar la carga espacial propia del haz dentro del
10 intervalo acelerador, y hacen posible obtener un haz diri-
gido de iones de argón que tiene de 0,2 amperios, para
una energía de 1 keV, a 0,5 amperios para una energía de
5 keV. Una mayor reducción de la presión conduce a un défi-
cit de electrones que sólo puede superarse por medio de
15 los electrones emitidos por la superficie del cátodo termo-
electrónico 11.

Además, la fuente de iones propuesta permite neu-
tralizar el efecto de la corriente de haz iónico sobre la
superficie tratada (de objetivo o "blanco"). Para neutra-
lizar el efecto de la carga espacial propia del haz sobre
20 el blanco, es necesario mantener el cátodo termoelectróni-
co 11 a una polarización de tensión negativa de 30 a 40
voltios respecto al electrodo acelerador, o bien, como al-
ternativa, seleccionar la longitud y área de sección recta
del conductor del cátodo termoelectrónico 11 de modo que
25 la caída de tensión en el cátodo termoelectrónico 11 a la
temperatura de emisión ascienda a 30...40 voltios con el
terminal positivo ("+") de la fuente de alimentación de
tensión del cátodo termoelectrónico 11 conectado al elec-
trodo acelerador.
30

1 Así, pues, la fuente de iones propuesta tiene la
ventaja de permitir la obtención de un haz iónico monoener-
gético de gran intensidad y, además de eso, permite la neu-
5 tralización del efecto de la corriente de haz iónico sobre
el "blanco" u objetivo.

REIVINDICACIONES

10 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 que se
recogen en las reivindicaciones siguientes:

15 1ª.- Perfeccionamientos introducidos en una fuente
productora de un haz tubular de iones, la cual comprende
de un cátodo y ánodo anulares dispuestos en el interior de
una envolvente cilíndrica con una extremidad de tapa dota-
da de un orificio axial y una segunda extremidad de tapa
20 ciega, y una varilla dispuesta coaxilmente con uno de sus
extremos fijado a la extremidad de tapa ciega de la envol-
vente, en tanto que el segundo extremo de la varilla lleva
un disco colocado en el orificio axial de la otra extremi-
dad de tapa, para así obtener un intervalo circular confi-
25 nado por la pared lateral del orificio para la emisión de
iones, conteniendo la envolvente una bobina de electroimán
coaxilmente dispuesta y habiendo un dispositivo para accele-
rar los iones, caracterizados por el hecho de que la envol-
vente cilíndrica contiene una envolvente anular hueca, eléc-
30 tricamente aislada y coaxilmente dispuesta, que abarca el

1 cátodo y ánodo anulares, teniendo la envolvente anular un
hueco o intervalo circular en su extremidad de tapa que se
enfrenta al intervalo circular dispuesto en la extremidad
de tapa de la envolvente cilíndrica, y existiendo un cátodo
5 termoelectrónico coaxilmente dispuesto fuera de la envolvente
cilíndrica, cerca de la extremidad de tapa de ésta que tiene el intervalo circular, estando la envolvente
cilíndrica y sus extremidades de tapa, así como la varilla
y el disco, hechos de un material magnéticamente dulce o
10 permeable, en tanto que la envolvente anular está hecha
de un material no magnético.

2ª.- Perfeccionamientos según la reivindicación
1ª, caracterizados por el hecho de que la sección recta
15 transversal de la varilla y la forma de los bordes del disco
y del orificio de extremidad de tapa de la envolvente
cilíndrica son tales que las líneas de fuerza del campo
magnético producido por la bobina de electroimán entre las
extremidades de tapa abierta o con orificios de la envolvente
cilíndrica y de la envolvente anular coinciden con
20 las superficies equipotenciales del campo eléctrico establecido al ser aplicada la tensión eléctrica a la envolvente
anular.

3ª.- Perfeccionamientos introducidos en una fuente
25 productora de un haz tubular de iones.

25

30

1

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.

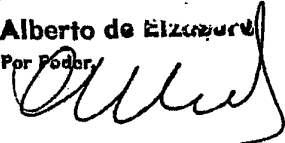
5

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

Madrid, 03 MAY 1977

P.A.

Alberto de Eizagure
Por Poder



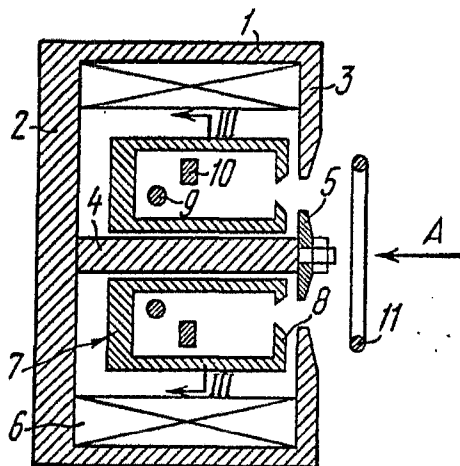


FIG. 1

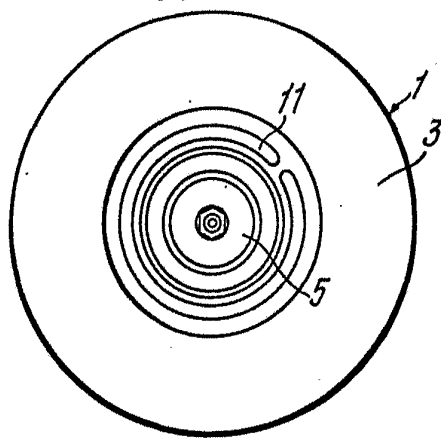


FIG. 2

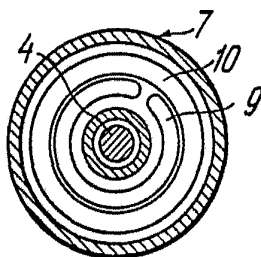


FIG. 3

Alberto de Elzaurro
Por Poder,

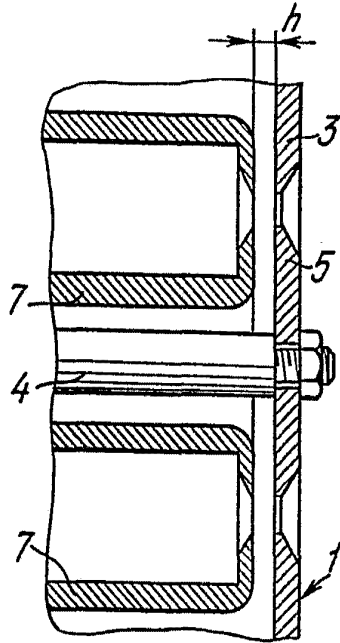


FIG. 4

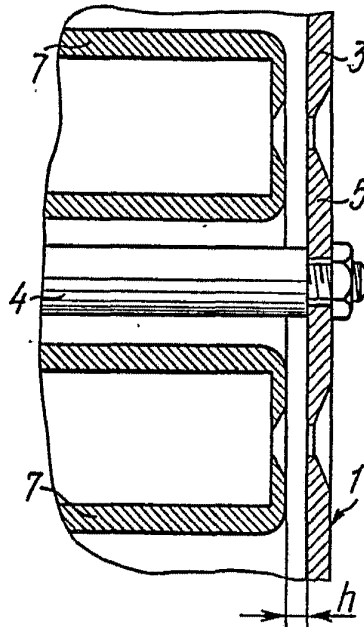


FIG. 5

Alberto de Elzaburu
Por Poder,