



No. 11-112696- -00000-0000

Fecha: 2011-09-01 17:05:28 Dep. 2020 DIR.NUEVASCR
Tra. 2 PATENTES Eve: 1 REGDEPOSITO
Act. 411 PRESENTACION Folios: 25



Industria y Comercio

SUPERINTENDENCIA

DELEGATURA DE PROPIEDAD INDUSTRIAL
DIRECCIÓN DE NUEVAS CREACIONES

SOLICITUD DE PATENTE DE
INVENCION

TITULO: FUENTE COMPACTA AUTORESONANTE DE RAYOS X.

SOLICITANTE: UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER.

DIRECCIÓN: Ciudad Universitaria, Carrera 27- Calle 9, Bucaramanga,
Colombia

APODERADO: CARLOS R. OLARTE

BOGOTÁ 01 de Septiembre de 2011

P2010/000154



No. 11-112696- -00000-0000

Fecha: 2011-09-01 17:05:28 Dep. 2020 DIR.NUEVASCR
Tra. 2 PATENTES Eve. 1 REGDEPOSITO
Act. 411 PRESENTACION Folios: 25

FORMULARIO ÚNICO DE SOLICITUD DE PATENTE

P2010/000154

SOLICITUD DE:

1

☒

Patente de Invención.

☐

Patente de Modelo de Utilidad.

2

SOLICITANTE
(71)Nombre: UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE
SANTANDERDirección: Ciudad Universitaria, Carrera 27-
Calle 9, Bucaramanga, Colombia

Nacionalidad o Domicilio: COLOMBIANA

Lugar de Constitución: COLOMBIA

IDENTIFICACIÓN

C.C. ☐ NIT ☒C.E. ☐ Otro ☐

Cual

Teléfono: Fax:

E-mail:

Número 890.201.213-4

3

REPRESENTANTE
O APODERADO

Nombre: CARLOS R. OLARTE

Dirección: Carrera 5 No. 34-03

Teléfono: 601-7700 Fax: 601-7799

E-mail: office@olartemoure.com

IDENTIFICACIÓN

C.C. ☒ NIT ☐C.E. ☐ Otro ☐

Cual

Número 79.782.747 Btá
TP 74.295

4

INVENTOR (ES)
(72)Nombre: (1) VALERIY DONDOKOVICH DUGAR-ZHABON; (2) EDUARDO ALBERTO
OROZCO OSPINO.

Dirección: Carrera 27- Calle 9, Bucaramanga, Colombia

Nacionalidad o Domicilio: (1) y (2) Colombiana

5

Título (54) FUENTE COMPACTA AUTORESONANTE DE RAYOS X.

6

Clasificación Internacional (51)

7

Prioridad

SI

☐

NO

☒

(33) País de Origen

(32) Fecha

(31) Número de Solicitud

8

Para publicar a partir de la fecha de la presente solicitud a los:

6 meses

☐

12 meses

☐

18 meses

☒

otro

☐

cual

9

Comprobante de pago No. 11-0084610; 11-0084620 Fecha 31 de agosto de 2011

10

ANEXOS

☒ x

Comprobante de pago de la tasa de presentación de la solicitud.

☒ x

Comprobante de pago de la tasa por concepto de excedente de 10 Reivindicaciones (\$594.000).

☐

Comprobante de pago por reivindicación de prioridad.

☒ x

Documento que acredita la existencia y representación legal cuando el solicitante sea persona jurídica.

☒ x

Poderes, si fuere el caso.

☐

Certificado de la fecha de presentación de la solicitud prioridad expedida por la autoridad correspondiente y una copia certificada de la primera solicitud, si se reivindica prioridad.

☐

Traducción simple de la primera solicitud, si se reivindica prioridad.

☐

Documento de cesión del inventor al solicitante o a su causante.

☒ x

Resumen.

☒ x

Descripción de la invención.

☒ x

Una o más reivindicaciones.

☒ x

Dibujos y/o planos necesarios.

☐

De ser el caso, copia del contrato de acceso.

☐

De ser el caso, documento que acredite la licencia o autorización de uso de conocimientos tradicionales de las comunidades indígenas.

☐

De ser el caso, certificado de depósito del material biológico.

☒ x

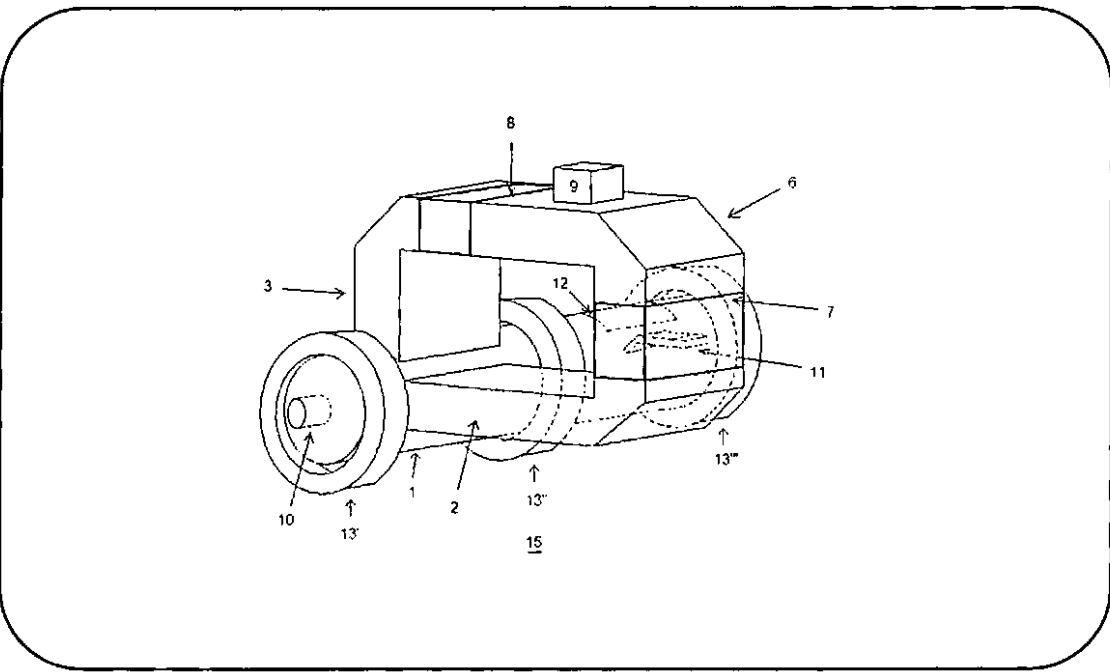
Arte final 12 x 12.

☐

De ser el caso, información sobre otras solicitudes de patente o títulos obtenidos en el extranjero por el mismo titular o su causante, relacionadas parcial o totalmente con la invención de esta solicitud.

11

FIGURA CARACTERÍSTICA:



12

Solicito la concesión de la patente,

NOMBRE: CARLOS R. OLARTE

FIRMA:

C.C. 79.782.747 Btá T.P. 74.295

3

 Industria y Comercio SUPERINTENDENCIA	RECIBO DE CAJA	No. 11 - 0084610
		Bogotá D.C., Agosto 31 de 2011 - 10:39:41

RECIBIDO DE : UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER					NI 890.201.213	
*** Soporte del Pago ***						
TIPO PAGO	BANCO	CUENTA	No. PAGO	FECHA PAGO	VR. PAGO	
TRANSFERENCI	BANCO DE BOGOTA	062754387	25082011	25/08/2011	1,979.000.00	

*** Conceptos Pagados ***						
CANT.	RENTISTICO	CONCEPTO		Vr. UNIDITARIO	Vr. CONCEPTO	
1	50005-01-01 SOLICITUDES	1 TRAMITES DE SOL. DE PATENTE DE INVENCIÓN		571.000.00	571.000.00	
					\$571.000.00	
				=====		

SON: **QUINIENTOS SETENTA Y UN MIL PESOS MONEDA CORRIENTE***

Responsable: _____
Recibo de Caja Aplicado al Expediente No. _____

SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO

No. 11-112696- -00000-0000
Fecha: 2011-09-01 17:05:28 Dep. 2020 DIR.NUEVASCR
Tra. 2 PATENTES Evs: 1 REGDEPOSITO
Act. 411 PRESENTACION Folios: 25

SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO
NIT : 800.176.089-2
- / -



RECIBO DE CAJA

No. 11 - 0084620

Bogotá D.C., Agosto 31 de 2011 - 10:39:41

RECIBIDO DE : UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER NI 890.201.213

*** Soporte del Pago ***

TIPO PAGO	BANCO	CUENTA	No. PAGO	FECHA PAGO	VR. PAGO
TRANSFERENCI	BANCO DE BOGOTA	062754387	25082011	25/08/2011	1.979.000.00

*** Conceptos Pagados ***

CANT.	RENTISTICO	CONCEPTO	Vr. UNIDITARIO	Vr. CONCEPTO
22	50005-01-01 SOLICITUDES	1607 REIVINDICACION UNITARIA ADICIONAL A LAS 10 INICIALES	27.000.00	594.000.00
				\$594.000.00

SON: **QUINIENTOS NOVENTA Y CUATRO MIL PESOS MONEDA CORRIENTE***

Responsable: _____
Recibo de Caja Aplicado al Expediente No. _____

SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO
No. 11-112696- -00000-0000
Fecha: 2011-09-01 17:05:28 Dep. 2020 DIR.NUEVASCR
Tra. 2 PATENTES Eve: 1 REGDEPOSITO
Act. 411 PRESENTACION Folios: 25



Universidad
Industrial de
Santander

Señores

SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO

DIVISION DE NUEVAS CREACIONES

E.S.D.

Asunto : Poder especial

El suscrito, **JAIME ALBERTO CAMACHO PICO**, identificado con la cedula de ciudadanía No.91.230.254 de Bucaramanga, domiciliado en la ciudad de Bucaramanga, en su calidad de Rector y representante legal de la **UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER**, ente universitario estatal autónomo con régimen especial y vinculado al Ministerio de Educación Nacional del orden departamental con domicilio en Bucaramanga, Departamento de Santander, Colombia, legalmente creado mediante ordenanzas No 41 de 1940 y 83 de 1944, reglamentada por el decreto 583 de 1947 del Departamento de Santander, con personería Jurídica reconocida por Resolución No. 25 del 23 de febrero de 1949 del Ministerio de Justicia, regida también por la ley 30 de 1992, de carácter departamental, con NIT. 890.201.213-4, por medio del presente escrito otorgo a **Carlos R. Olarte**, poder especial, amplio y suficiente para tramitar la solicitud de Patente de Invención titulada: "**FUENTE COMPACTA AUTORESONANTE DE RAYOS X**", a cuyo efecto los faculta para dar todos los pasos necesarios ante la Superintendencia de Industria y Comercio y ante cualquier autoridad administrativa o judicial de cualquier jerarquía para cumplir con lo encomendado, elevar solicitudes, recursos, respuestas y oposiciones, solicitar testimonios, recibir documentos y valores, desistir y percibir. Se concede poder suficiente para recibir notificaciones a nombre de la Universidad y responder en juicio a todas las reclamaciones o demandas que por motivo de lo encomendado se presentaren.

Atentamente,

JAIME ALBERTO CAMACHO PICO
C.C. N° 91.230.254 de Bucaramanga
Rector – Representante legal
UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER



Rectoría

Ciudad Universitaria, Carrera 27 - Calle 9 PBX: (7) 6343655 / 56 Fax: 6350541
E-mail Rectoría: rectoria@uis.edu.co Vicerrectoría Académica: vacadem@uis.edu.co
Vicerrectoría Administrativa: vadtva@uis.edu.co Bucaramanga, Colombia. www.uis.edu.co

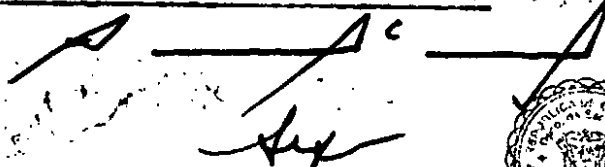


NOTARIA SEGUNDA DEL CÍRCULO DE BUCARAMANGA
PRESENTACION PERSONAL Y RECONOCIMIENTO

El contenido de este documento y la (s) firma (s) de
quien (s) lo suscribe (n) fueron reconocidos como
ciertos ante la suscrita Notaria por el (los) compareciente (s)

Jaine Alberto Camacho

P.D. C 91220254



SYLVIA STELLA RUGELES DE RUGELES
Notaria Segunda del Círculo
Bucaramanga



NOTARIA SEGUNDA

21 JUN 2011

Bucaramanga

ASSIGNMENTCESIÓN

VALERIY DONDOKOVICH DUGAR-ZHABON

by means of this document assigns worldwide, to

por medio de la presente cedo(cedemos) a nivel mundial, a

Universidad Industrial de Santander,

a (type of company),
organized under the laws of

una Universidad
organizada bajo las leyes de

República de Colombia,

with the address

domiciliada en

Carrera 27 Calle 9, Bucaramanga, Santander

(hereinafter referred to as the "ASSIGNEE"),
all my (our) rights, including those of priority,
title and interest in and to my (our) invention for
a new and useful improvement entitled and as
fully set forth and described in:

(de ahora en adelante el "CESIONARIO"),
todos mis (nuestros) derechos, incluyendo los de
prioridad, título e interés sobre mi (nuestra)
invención tal como describe en:

"FUENTE COMPACTA AUTORESONANTE DE RAYOS X"

Place, date and signature

Bucaramanga, 6.06.2011

Lugar, fecha y firma

Bucaramanga, 6.06.2011

EL SUSCRITO NOTARIO NOVENO
DEL CIRCULO DE BUCARAMANGA

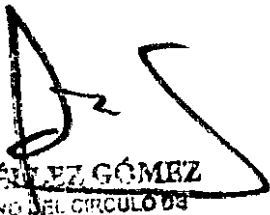
Certifico que
Valeriy Pondo Kouich
Rugar - Thabon 1098701265

Identificados como tales al pie de sus nombres,
reconociendo como tales por las firmas que aparecen
en el presente documento

fecha: 08 JUN 2011


NOTARIA
NOVENO

CC 1098701265


GERMAN TÉLLEZ GÓMEZ
NOTARIO NOVENO DEL CIRCULO DE
BUCARAMANGA

ASSIGNMENT

CESIÓN

EDUARDO ALBERTO OROZCO OSPINO

by means of this document assigns worldwide, to

por medio de la presente cedo(cedemos) a nivel mundial, a

Universidad Industrial de Santander,

a (type of company),
organized under the laws of

una **Universidad**
organizada bajo las leyes de

República de Colombia,

with the address

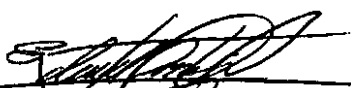
domiciliada en

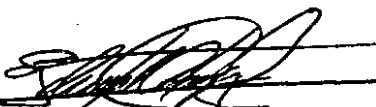
Carrera 27 Calle 9, Bucaramanga, Santander

(hereinafter referred to as the "ASSIGNEE"),
all my (our) rights, including those of priority,
title and interest in and to my (our) invention for
a new and useful improvement entitled and as
fully set forth and described in:

(de ahora en adelante el "CESIONARIO"),
todos mis (nuestros) derechos, incluyendo los de
prioridad, título e interés sobre mi (nuestra)
invención tal como describe en:

"FUENTE COMPACTA AUTORESONANTE DE RAYOS X"


BUCARAMANGA 7 DE JUNIO DE 2011
Place, date and signature


BUCARAMANGA 8 DE JUNIO DE 2011
Lugar, fecha y firma

**DILIGENCIA DE PRESENTACION PERSONAL
Y RECONOCIMIENTO**

FERNANDO LEÓN CORTÉS NIÑO
Notario Décimo del círculo de Bucaramanga,
hace constar : que el escrito que antecede fue
presentado personalmente por:

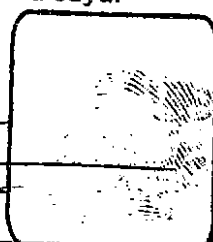
**NOTARIA DECIMA DE BUCARAMANGA
RECONOCIMIENTO**


C C 7 7 1 7 7 2 0 3
OROZCO OSPINO
EDUARDO ALBERTO

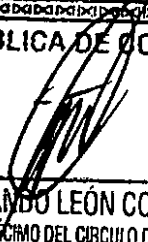
08/06/2011 11:49 12 AM

Quien declaró que su contenido es cierto y que la
firma que en él aparece es la suya.


Firma Declarante



REPÚBLICA DE COLOMBIA



 **FERNANDO LEÓN CORTÉS NIÑO**
NOTARIO DÉCIMO DEL CÍRCULO DE BUCARAMANGA



08 JUN. 2011

FUENTE COMPACTA AUTORESONANTE DE RAYOS X

1. CAMPO DE LA TÉCNICA Y ESTADO DEL ARTE

5

Las fuentes de rayos X tradicionales emiten rayos de energía en el rango 50-150 keV (rayos X blandos). En dichas fuentes los electrones son acelerados por un campo eléctrico estacionario hasta impactar con un blanco termo-resistente, comúnmente molibdeno. Estas fuentes de rayos X requieren de fuentes de alimentación de alto voltaje, las cuales son voluminosas y pesadas.

10

En 1990, H. R. Gardner, T. Ohkawa, A. M. Howald, A. W. Leonard, L.S. Peranich y J.R. D'Aoust (Rev. Sci. Instruments, 61 (2), febrero 1990, Págs. 724-727) propusieron utilizar un acelerador cíclico de electrones como fuente de rayos X compacto. En esta propuesta, un flujo de electrones inyectado desde un filamento en el centro de una cavidad resonante vacía se acelera en el plano medio de la cavidad por un campo de microondas en condiciones de resonancia ciclotrónica electrónica (ECR) hasta alcanzar una energía de 150 keV y posteriormente impacta sobre un blanco de molibdeno, lo cual produce radiación de rayos X. Aunque esta fuente ventajosamente evita el uso de un alto voltaje de alimentación, no es una herramienta realizable para el uso rutinario en la industria, la medicina y en la agricultura porque la corriente utilizada es solo de 0.1 nA y por consiguiente la intensidad de los rayos X emitidos es demasiado débil. Para aumentar la intensidad de los rayos X emitidos se deben utilizar corrientes más intensas, con lo cual es necesario aumentar el radio del filamento; sin embargo esta modificación es inconveniente porque perturba el campo de microondas pues el filamento se fabrica de un metal, tungsteno ó molibdeno.

15

20

25

30

La publicación internacional WO 9317446 divulga una fuente de rayos X compacta que produce los rayos mediante el calentamiento de un plasma en condiciones ECR, formando un anillo rotativo plásmico en el plano medio de la fuente. Los electrones energéticos de anillo bombardean iones y átomos pesados para crear una emisión de rayos X. Esta fuente consume energía no sólo para calentar los electrones sino también para mantener la descarga en la cavidad. Por otra parte, los electrones del anillo solo constituyen una pequeña fracción de los electrones del plasma y no se aceleran directamente por el campo de microondas sino a través de los efectos colectivos, los

cuales son mucho menos efectivos que la aceleración directa; por consiguiente, desde el punto de vista de consumo energético, esta fuente es menos efectiva que las fuentes tradicionales. Además, los electrones que colisionan no son monoenergéticos, lo cual produce un espectro de rayos X disperso.

- 5 La publicación *Review of Scientific Instruments*, **71** No. 2, (2000) 1203-1205 estudia teóricamente la aceleración de electrones en condiciones ECR en una cavidad resonante rectangular modo TE_{101} afectada por un campo magnético DC homogéneo orientado transversalmente a la cavidad, a partir de la cual diseñan y construyen una fuente de rayos X en donde los electrones son acelerados en órbitas espirales en el plano medio
- 10 longitudinal de la cavidad y luego impactan un blanco de molibdeno para producir rayos X. Uno de los inconvenientes de dicha fuente es que en la práctica es muy difícil obtener perfiles del campo magnético en el plano del movimiento que permitan el automantenimiento de las condiciones ECR, razón por la cual utilizan un campo magnético uniforme.

15

Existen otros mecanismos de aceleración de electrones con aplicación en la generación de rayos X como el descrito en la patente US 6617810, la cual presenta un acelerador de múltiples cavidades con un campo magnético estático constante o decreciendo ligeramente a lo largo de las cavidades, que utiliza tubos de deriva y que operan a bajas

20 frecuencias, menores que la frecuencia ciclotrónica relativista local del haz en cada cavidad; lo cual constituye un sistema acelerador eficiente y compacto. Este dispositivo proporciona tasas de aceleración del orden de 20 MeV/m pero necesita generadores de microondas de alta potencia (10 MW en la primera cavidad y 7.7 MW en la segunda).

- 25 La patente US 7206379 divulga una cavidad de radio frecuencia (RF) con la cual se aceleran electrones para formar imágenes tales como producidas por tubos de rayos X y tomografía computarizada (CT), donde los electrones se aceleran en el plano transversal de la cavidad (o guía de onda) cuando pulsos de electrones se inyectan a través de un extremo de la cavidad durante semiciclos del campo RF. Los electrones acelerados en
- 30 la cavidad se usan para generar rayos X por la interacción con un blanco sólido o líquido. Uno de los principales factores que afecta la energía con la cual impactan los electrones es la incertidumbre en la fase de la onda electromagnética en el instante en que el electrón abandona el emisor.

En las fuentes de rayos X tradicionales el máximo voltaje aplicado, el cual determina la máxima energía de rayos X, no supera 200 kV por razones de aislamientos eléctricos; mientras que las fuentes basadas en ECR descritas en las patentes y la bibliografía son poco aplicables en la práctica y por esta razón no se fabrican industrialmente.

- 5 Las publicaciones *IEEE Transaction on Plasma Science*, **38** No. 10, (2010) 2980-2984; *Physical Review, ST Acceleration and Beams*, **12** (2009) 0413011 – 0413018 y *Physical Review, ST Acceleration and Beams*, **11** (2008) 0413021 – 0413027 estudian teóricamente la aceleración autoresonante de electrones que se propagan a lo largo de un campo magnético estático y no homogéneo que varía en la dirección de propagación
- 10 de los electrones utilizando microondas de modos cilíndricos TE_{11p} ($p=1,2,3,\dots$). A pesar de estudiar teóricamente la aceleración, no se concentran en la producción de rayos X; lo cual requiere la utilización de componentes adicionales como: sistema de acople para la inyección de energía de microondas, sistema de ventanas para mantener el vacío en la cavidad, sistema de protección del generador de microondas contra las
- 15 microondas reflejadas, sistema que garantiza el modo TE_{11p} de polarización circular en la cavidad, banco con canales de refrigeración y su posicionamiento, así como de una ventana para la extracción de rayos X.

- De igual forma, también se pueden considerar como parte del campo de la técnica las
- 20 fuentes de radiación ciclotrónica, ya que en una modalidad alternativa de la presente invención se puede alcanzar dicho dispositivo.

2. BREVE DESCRIPCIÓN DEL INVENTO:

- Como se mencionó anteriormente: (i) los rayos X emitidos por la fuente propuesta por
- 25 H. R. Gardner e investigadores son de baja intensidad y poca energía; (ii) la fuente de la publicación internacional WO 9317446 no es muy eficiente energéticamente y el espectro de rayos X es disperso; (iii) La fuente de la publicación *Review of Scientific Instruments*, **71** No. 2, (2000) 1203-1205 que utiliza una cavidad rectangular solo opera en el modo TE_{101} y no puede mantener las condiciones ECR; (iv) el acelerador de
- 30 electrones de múltiples cavidades de la patente US 6617810 es voluminoso y (v) la eficiencia de la fuente de la patente US 7206379 es afectada por la incertidumbre de la fase de la onda electromagnética.

La fuente de rayos X de la presente invención presenta algunas características que

evitan tales deficiencias puesto que:

(i) se pueden acelerar haces de electrones hasta energías del orden de 300 keV incluso con corrientes de 0.1 A. Estos valores de energía y corriente son suficientes para producir rayos X con energías mayores que 200 keV (rayos X duros) y de mayor intensidad. Adicionalmente, el cañón de electrones empleado se encuentra acoplado en un extremo de la cavidad resonante y no dentro de ella, razón por la cual no perturba el campo de microondas; (ii) Es eficiente energéticamente porque los electrones se aceleran de manera directa por el campo de microondas; (iii) es posible el mantenimiento de las condiciones ECR a lo largo del movimiento tridimensional helicoidal de los electrones inyectados a lo largo de la cavidad mediante la aplicación de un campo magnético DC no homogéneo a lo largo de su eje. La cavidad puede ser cilíndrica, elíptica o rectangular; (iv) la fuente es de tamaño reducido porque utiliza una sola cavidad y (v) la fase inicial de la onda no afecta la efectividad de la aceleración.

Basada en el esquema de aceleración de autoresonancia ciclotrónica electrónica mencionado en las publicaciones *IEEE Transaction on Plasma Science*, **38** No. 10, (2010) 2980-2984; *Physical Review, ST Acceleration and Beams*, **12** (2009) 0413011 – 0413018 y *Physical Review, ST Acceleration and Beams*, **11** (2008) 0413021 – 0413027, es decir en el automantenimiento de las condiciones de resonancia ciclotrónica electrónica, la presente invención divulga un dispositivo compacto capaz de producir rayos X duros de energía mayores que 200 keV, de no menor intensidad que las fuentes de rayos X tradicionales. En la fuente propuesta, los electrones inyectados por un extremo de una cavidad resonante metálica cilíndrica sometida al vacío se aceleran por microondas de un modo TE_{11p} ($p=1,2,3,\dots$) de polarización lineal o circular. Sin embargo, la sección transversal de la cavidad también puede ser elíptica, excitada con el modo TE_{c11p} ($P=1,2,3,\dots$), e incluso rectangular excitada con cualquier modo TE_{10p} ; donde $p=1,2,3,\dots$.

Para mantener el régimen de autoresonancia a lo largo de las trayectorias helicoidales de electrones dentro de la cavidad, se genera un campo magnético estático no homogéneo cuya intensidad se aumenta principalmente en la dirección de propagación de los electrones con un perfil que depende de la energía de inyección del haz y la amplitud del campo de microondas. El haz de electrones se acelera de manera ciclotrónica autoresonante desde su inyección en la cavidad hasta que impacte sobre un blanco. La

trayectoria del haz es helicoidal y su aceleración se produce en condiciones de autoresonancia. Por lo anterior, la efectividad de la utilización de la potencia de microondas es la máxima posible. Para una frecuencia dada, cuanto mayor es el subíndice p , mayor energía puede ser transferida a los electrones.

- 5 En una modalidad alternativa de la fuente de rayos X se utiliza una cavidad resonante de forma rectangular, la cual es excitada con un modo de microondas TE_{10p} . En este caso las características generales de la fuente de rayos X mencionadas arriba son las mismas, siendo necesario solamente realizar modificaciones relacionadas con la forma de excitar dicho modo.
- 10 En otra modalidad alternativa, se considera la posibilidad de utilizar la presente invención como una fuente de radiación ciclotrónica, utilizando la misma cavidad pero realizando unas modificaciones estructurales a la misma para alcanzar tal fin.

3. BREVE DESCRIPCIÓN DE LAS FIGURAS:

- 15 Para un mayor entendimiento de esta invención, se incluyen las siguientes figuras a modo de ejemplo.

Fig. 1 Modalidad preferida de la fuente de rayos X.

Fig. 2 Vista frontal del acoplamiento para la excitación del modo TE_{112} con polarización circular.

- 20 **Fig. 3** Blanco metálico con canales de refrigeración.

Fig. 4 Vista frontal del haz de electrones.

Fig. 5 Descripción del campo magnético externo: (a) sistema de anillos magnéticos y líneas de campo magnético; b) perfil del campo magnético a lo largo del eje de la cavidad de la presente invención.

- 25 **Fig. 6** Vista lateral del haz de electrones.

Fig. 7 Modalidad alternativa de la fuente de rayos X.

Fig. 8 Vista superior de la modalidad alternativa de la fuente de rayos X (no se muestran las fuentes de campo magnético).

- 30 **Fig. 9** Blanco metálico y ventana para la extracción de rayos X en la modalidad alternativa de la fuente de rayos X.

4. DESCRIPCIÓN DETALLADA DEL INVENTO:

En las Figs. 1 y 2, se muestran los componentes básicos de la modalidad preferida de la fuente de rayos X compacto. Refiriéndonos a la Fig. 1, la cavidad resonante de microondas 1 se encuentra acoplada con un cañón de electrones 10, un blanco 11 sobre el cual impactan los electrones, una ventana de metal ligero 12 y un sistema de excitación de microondas. La cavidad 1 se encuentra afectada por un campo magnético producido por tres fuentes de campo magnético 13', 13'' y 13'''.

La cavidad 1 es de forma cilíndrica y hecha de metal, preferiblemente de cobre para disminuir pérdidas por calentamiento de las paredes de la misma. La cavidad 1 resuena, en el caso de la modalidad preferida, en el modo cilíndrico TE_{112} , y su longitud y diámetro son 21 cm y 9 cm, respectivamente, dimensiones que maximizan la intensidad de campo eléctrico dentro de la misma. Dichos valores deben tener una relación descrita a través de la siguiente expresión, $d=p[(2f/c)^2-(1.841/\pi r)^2]^{-1/2}$, donde: $p=2$ (Para el modo TE_{112}), f =frecuencia del magnetron, $c=3\times 10^8$ m/s y r =(diámetro de la cavidad)/2. En la práctica, una de las ventajas de usar una sola cavidad resonante es que permite reducir el tamaño del dispositivo. En la modalidad preferida se considera una cavidad cilíndrica; sin embargo, la sección transversal de la cavidad puede ser elíptica, excitada con el modo TE_{c11P} ($P=1,2,3,\dots$).

El cañón de electrones 10, basado preferiblemente en un emisor de electrones de tierras raras, preferiblemente del tipo LaB_6 , se encuentra acoplado a uno de los extremos de la cavidad 1. El cañón 10 inyecta un haz de electrones cuasimonoenergético a lo largo del eje de simetría de la cavidad 1 con una energía del orden de 10 keV.

El blanco 11 de metal no magnético, termo resistente y resistente a la fisuración, preferiblemente de molibdeno, cuenta con un canal interno utilizado para su enfriamiento mediante circulación de agua (como el canal de refrigeración de la Fig. 3) o mediante aristas de enfriamiento con ventilador.

La ventana de metal ligero 12, preferiblemente berilio, debe garantizar el paso de los rayos X emitidos por el impacto de los electrones con el blanco metálico 11 sin amortiguamiento; es decir, debe ser transparente para estos rayos.

Las tres fuentes de campo magnético 13', 13'' y 13''' producen un campo magnético axialmente simétrico, estático y no homogéneo, creciente a lo largo de la cavidad, el

11

cual en la modalidad preferida es creado por un sistema de imanes magnéticos permanentes, preferiblemente de ferromagnéticos SmCO_5 ó FeNdB de forma de anillo. La magnetización, dimensiones y espaciamiento del sistema de imanes se eligen de tal modo que, preferiblemente: (i) la intensidad de campo magnético en el punto de inyección de los electrones es igual al valor correspondiente de la resonancia ciclotrónica clásica, por ejemplo de 875 Gauss con microondas de 2.45 GHz y (ii) la intensidad de campo magnético se incrementa apropiadamente a lo largo del eje de la cavidad 1 para mantener la ECR mediante la compensación del efecto relativista del aumento de la masa.

En la Fig. 2 se puede ver que el sistema de excitación de microondas cuenta con dos guías de onda 2 y 3 acopladas a la cavidad 1, dos ventanas de cerámica 4 y 5, una guía de onda de acople 6, dos aislantes de ferrita 7 y 8 y un generador de microondas 9. La potencia de microondas es inyectada en la cavidad 1 a través de las ventanas 4 y 5, preferiblemente de cerámica Si_2O_3 , mediante las guías de onda 2 y 3, separadas acimutalmente 90° y acopladas a la cavidad 1 en un plano que se encuentra a una distancia de un cuarto de la longitud de la cavidad 1, $d/4$, distancia medida desde el extremo en donde se encuentra acoplado el cañón de electrones 10. Las guías de onda 2 y 3 suministran energía de microondas de modo TE_{10} desde un generador de microondas 9, el cual puede ser un magnetrón de 2.45 GHz (el magnetrón cuenta con un sistema de alimentación), por medio de una guía de onda de acople 6. Los dos caminos utilizados para la inyección de microondas tienen longitudes L y $L+\lambda/4$, donde λ es la longitud de onda del modo TE_{10} , lo cual produce un desfase de $\pi/2$ para excitar la onda TE_{112} con polarización circular derecha en la cavidad 1. A su vez, el generador de microondas 9 se encuentra acoplado a una guía de onda de acople 6, la cual se encuentra acoplada en cada uno de sus extremos con aislantes de ferrita 7 y 8 utilizados para proteger el generador de microondas 9, que en la modalidad preferida es un magnetrón, de la potencia reflejada. Los aislantes de ferrita 7 y 8 están conectados a las guías de onda 2 y 3, respectivamente. Las ventanas de cerámica 4 y 5, incorporadas en la parte interior de las guías de ondas 2 y 3, son transparentes a las microondas y sirven para mantener el vacío en la cavidad 1, la cual ha sido sellada herméticamente después de haber obtenido el vacío en ella.

Para poner en marcha la fuente de rayos X, se enciende el generador de microondas 9 y el cañón de electrones 10. El generador 9 transmite la energía de microondas a una

frecuencia de 2.45 GHz a la cavidad resonante 1 a través de las guías de onda 2 y 3. Debido a la ubicación y a la magnetización de las fuentes de campo magnético 13', 13'' y 13''', que en el caso de la modalidad preferida son tres imanes en forma de anillo, se crea una región en la cual la frecuencia ciclotrónica electrónica permanece casi constante dentro de la cavidad 1. La energía de microondas en la cavidad 1 acelera los electrones por ECR a lo largo de sus trayectorias helicoidales 14 (FIGS. 4 y 6) hasta impactar con el blanco metálico 11, produciendo de este modo rayos X, los cuales atraviesan la ventana 12. La amplitud del campo eléctrico de microondas TE_{112} de 7 kV/cm polarizado circularmente garantiza la producción de rayos X con energía del orden de 250 keV. En general, cavidades cilíndricas que resuenen en los modos TE_{11p} ($p=1,2,3,\dots$) pueden ser utilizadas.

En la Figura 5a se puede ver una gráfica ilustrando el campo magnético creciente a lo largo de la cavidad constituida por las fuentes de campo magnético 13', 13'', 13''', con una ilustración de las líneas de campo que producen en la región de interés. Como se muestra a partir de la separación entre las líneas de campo magnético, este se incrementa (no monótonamente) a medida que los electrones se mueven desde la posición del cañón de electrones 10 en dirección hacia el blanco 11. La Figura 5b muestra un ejemplo del perfil longitudinal del campo magnético ajustado para el modo de microondas TE_{112} de la modalidad preferida. Se puede apreciar un mínimo local del campo magnético en la segunda mitad de la cavidad.

Como se muestra en la Figura 6, los electrones detienen su movimiento longitudinal en una posición ubicada entre el mínimo local 15 (ver Fig. 5b) y el extremo posterior de la cavidad 1, lo cual determina la posición del blanco 11. En dicha posición los electrones han incrementado sus radios de rotación, posibilitando el choque con el blanco 11. Los electrones que logran avanzar más allá del plano donde se ubica el blanco se reflejan por el campo magnetostático que crece en el espacio detrás de este, teniendo otra posibilidad de impactar en su movimiento de vuelta. En la Figura 4 también se puede ver que la longitud de penetración del blanco 11 dentro de la cavidad 1 se define a partir del radio de Larmor promedio de los electrones en esta posición.

En una modalidad alternativa de la fuente de rayos X se modifica la forma geométrica de la cavidad resonante 1, el modo de microondas excitado en la cavidad y el mecanismo de excitación, como se describe a continuación:

En las Figuras 7 a 9, se muestran los componentes básicos de la modalidad alternativa de la presente invención. Una cavidad resonante 1 rectangular de microondas que se encuentra al vacío y resuena en un modo TE_{10p} ($P=1,2,3..$), una guía de onda 2 que se encuentran acoplada a la cavidad 1 mediante un iris o ventana resonante 22, un
 5 generador de microondas 9 conectado a la guía de onda de acople 6 la cual se encuentra acoplada a las guía de onda 2 a través del aislante de ferrita 7, tres fuentes de campo magnético 13', 13'' y 13''', un cañón de electrones 10 que se encuentra acoplado a un extremo de la cavidad 1 rectangular, y un blanco 11 acoplado a la cavidad 1 sobre el cual impactan los electrones. Las posiciones de los imanes permanentes de la fuente de
 10 campo magnético 13', 13'', 13''' mostradas en la Figura 7 corresponden al caso en el cual un modo TE_{102} es excitado en la cavidad 1 rectangular. En la Figura 9 se representan las dimensiones de la cavidad $a=7.74$ cm, $b=3.87$ cm y $d=20$ cm. Las dimensiones deben cumplir la relación descrita a través de la expresión $d=p[(2f/c)^2 - (1/a)^2]$, donde f - frecuencia del magnetron y c - velocidad de la luz en el vacío. El
 15 parámetro b es aleatorio.

La cavidad 1 rectangular es sellada herméticamente después de haber obtenido el vacío en ella. La potencia de microondas es inyectada en la cavidad 1 rectangular a través del iris 22, suministrada a través de la guía de onda 2 mediante un modo TE_{10} desde un generador de microondas 9 ubicado a $\lambda/4$ del extremo de la guía de onda de acople 6,
 20 donde λ es la longitud de onda del modo TE_{10} . En la cavidad 1 rectangular es excitado un modo TE_{10p} ($p=1,2,3..$). La ventana 4 de cerámica es transparente a las microondas y sirve para mantener el vacío en la cavidad. El generador de microondas 9, preferiblemente un magnetron, es protegido de la potencia de microondas reflejada por medio de un aislante de ferrita 7. La guía de onda 2 mediante la cual se cambia la
 25 dirección de propagación del modo TE_{10} es incluida con el fin de evitar un eventual impacto del haz de electrones con la ventana de cerámica 4 en el instante en que se enciende la fuente de rayos X, lo cual podría suceder si la guía de ondas 6 estuviera alineada con la cavidad 1.

Una vez la fuente de rayos X se pone en funcionamiento los electrones impactan el
 30 blanco 11 y extraídos a través de la ventana 12 hecha de un metal ligero preferiblemente berilio.

En otra modalidad alternativa se puede considerar la presente invención como una fuente de radiación ciclotrónica realizando algunas modificaciones a la cavidad. Para

tal fin, se debe omitir el blanco 11 sobre el cual impactan los electrones, y considerar una ventana, en una dirección tangencial a la trayectoria circular de los electrones en el plano en el que se detienen su movimiento longitudinal, que acople la cavidad resonante 1 a una cámara de procesamiento de muestra al vacío. El resto de los elementos de la

5 fuente permanecerían iguales.

Las modalidades preferidas descritas anteriormente simplemente constituyen ejemplos representativos para la realización de la invención, sin limitar en ningún momento el alcance de la invención, el cual está determinado por las reivindicaciones presentadas a

10 continuación.

5. REIVINDICACIONES

1. Una fuente de rayos X, caracterizada por:
 - a. una cavidad resonante con un eje longitudinal que corre de un extremo de la cavidad al otro;
 - b. un cañón de electrones ubicado en un extremo de la cavidad resonante;
 - c. un blanco metálico acoplado a la cavidad resonante, cercano al otro extremo de la cavidad;
 - d. un sistema de excitación del campo de microondas acoplado a la cavidad resonante;
 - e. al menos una fuente de campo magnético que genera un campo magnético que es generalmente creciente a lo largo del eje longitudinal de la cavidad, empezando del extremo donde se ubica el cañón de electrones hasta el extremo opuesto; y,
 - f. una ventana incorporada a la superficie de la cavidad resonante, transparente a los rayos X.
2. Una fuente de rayos X según la reivindicación 1 donde la intensidad del campo magnético en el punto de inyección de los electrones es igual al valor de la resonancia ciclotrónica clásica.
3. Una fuente de rayos X según la reivindicación 1 donde el campo magnético es axialmente simétrico, estático y no homogéneo.
4. Una fuente de rayos X según la reivindicación 1, donde el cañón de electrones es un emisor de electrones tipo LaB₆ e inyecta un haz de electrones con una energía del orden de 10 keV.
5. Una fuente de rayos X según la reivindicación 1, donde el blanco metálico cuenta con un canal de refrigeración interno.
6. Una fuente de rayos X según la reivindicación 1 donde el blanco metálico es de molibdeno.

7. Una fuente de rayos X según la reivindicación 1, donde la ventana metálica transparente a los rayos X está hecha de berilio.
- 5 8. Una fuente de rayos X según la reivindicación 1 donde la cavidad resonante de microondas es cilíndrica y está hecha de cobre.
9. Una fuente de rayos X según la reivindicación 1 donde la fuente de campo magnético es generado por tres imanes permanentes.
- 10 10. Una fuente de rayos X según la reivindicación 9 donde los imanes permanentes se seleccionan del grupo que comprenden los ferromagnéticos SmCO_5 o FeNdB .
11. Una fuente de rayos X según la reivindicación 1, donde la longitud y el diámetro de la cavidad resonante deben mantener una la relación descrita a través de la siguiente expresión:
- 15

$$d=p[(2f/c)^2-(1.841/\pi r)^2]^{-1/2}$$

20 donde:

d es la longitud de la cavidad;

p es el subíndice del modo de resonancia de la cavidad;

f es la frecuencia del magnetrón;

25 c es la velocidad de la luz en el vacío; y,

r es el diámetro de la cavidad/2.

12. Una fuente de rayos X según la reivindicación 8, donde la cavidad resonante resuena en el modo TE_{112} .
- 30 13. Una fuente de rayos X según la reivindicación 11 y 12, donde la longitud de la cavidad es de 21 cm y el diámetro es 9 cm.
14. Una fuente de rayos X según la reivindicación 8, donde el campo magnético

tiene un valor de 875 Gauss en el punto de inyección.

- 5 15. Una fuente de rayos X según la reivindicación 8 donde el sistema de excitación está caracterizado por dos guías de onda, cada una con un extremo acoplado a la cavidad y el otro a una fuente de microondas.
16. Una fuente de rayos X según la reivindicación 15 donde las guías de onda propagan un modo TE_{10} .
- 10 17. Una fuente de rayos X según la reivindicación 16 donde la guía de onda tiene una sección transversal rectangular.
- 15 18. Una fuente de rayos X según la reivindicación 15, donde los extremos de las guías de onda acoplados a la cavidad resonante se encuentran a una distancia de $\frac{1}{4}$ de la longitud total de la cavidad medido desde el extremo donde está ubicado el cañón de electrones.
- 20 19. Una fuente de rayos X según la reivindicación 15, donde la fuente de microondas es un magnetrón.
- 25 20. Una fuente de rayos X según la reivindicación 19, donde el magnetrón tiene una frecuencia de operación de 2.45GHz y excita un campo de microondas de 7 kV/cm.
- 30 21. Una fuente de rayos X según la reivindicación 15, donde las guías de onda utilizadas para la inyección de microondas en la cavidad difieren en sus longitudes en $\lambda/4$, donde λ es la longitud de onda del modo TE_{10} .
22. Una fuente de rayos X según la reivindicación 15, donde cada guía de onda rectangular comprende:
- a. -una ventana cerámica;
 - b. -un aislante de ferrita.

23. Una fuente de rayos X según la reivindicación 22, donde la ventana de cerámica es preferiblemente de Si_2O_3 .
24. Una fuente de rayos X según la reivindicación 1 caracterizada por:
- 5 -una única cavidad resonante de sección transversal rectangular metálica.
25. Una fuente de rayos X según la reivindicación 24, donde el sistema de excitación está caracterizado por una guía de onda con un extremo acoplado a la
- 10 cavidad resonante a través de un iris y el otro a una fuente de microondas, donde dicha guía de onda propaga un modo TE_{10} .
26. Una fuente de rayos X según la reivindicación 25, donde la fuente de microondas es un magnetrón ubicado a una distancia de $\lambda/4$ del extremo
- 15 acoplado a la cavidad resonante, donde λ es la longitud de onda del modo TE_{10} .
27. Una fuente de rayos X según la reivindicación 24, donde la cavidad resonante resuena en el modo TE_{102} .
- 20 28. Una fuente de rayos X según la reivindicación 24, donde la longitud y el ancho de la cavidad resonante deben cumplir la relación descrita a través de la expresión

$$d=p[(2f/c)^2-(1/a)^2]$$

donde:

d es la longitud de la cavidad;

p es el subíndice del modo de resonancia de la cavidad;

f es la frecuencia del magnetrón;

c es la velocidad de la luz en el vacío;

a es el ancho de la cavidad.

29. Una fuente de rayos X según la reivindicación 28, donde las dimensiones de la

15

cavidad son $a=7.74$ cm, $d=20$ cm y tiene una altura de 3.87 cm.

- 5
30. Una fuente de radiación ciclotrónica según la reivindicación 1, donde el blanco metálico es reemplazado por una ventana incorporada a la cavidad en el punto en el cual los electrones detienen su movimiento longitudinal, a la cual a su vez se encuentra incorporada una cámara de procesamiento al vacío.
- 10
31. Una fuente de radiación ciclotrónica según la reivindicación 30, donde la cavidad resonante es cilíndrica.
32. Una fuente de radiación ciclotrónica según la reivindicación 30, donde la cavidad resonante es rectangular.

6. FIGURAS

FIGURA 1

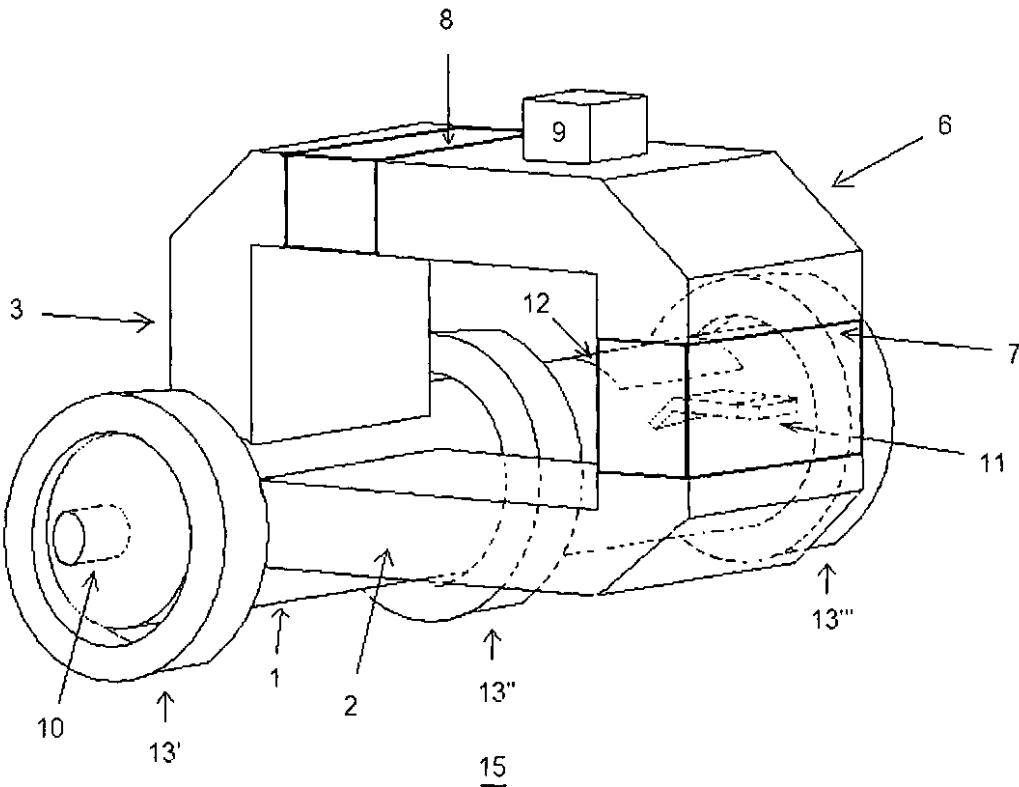


FIGURA 2

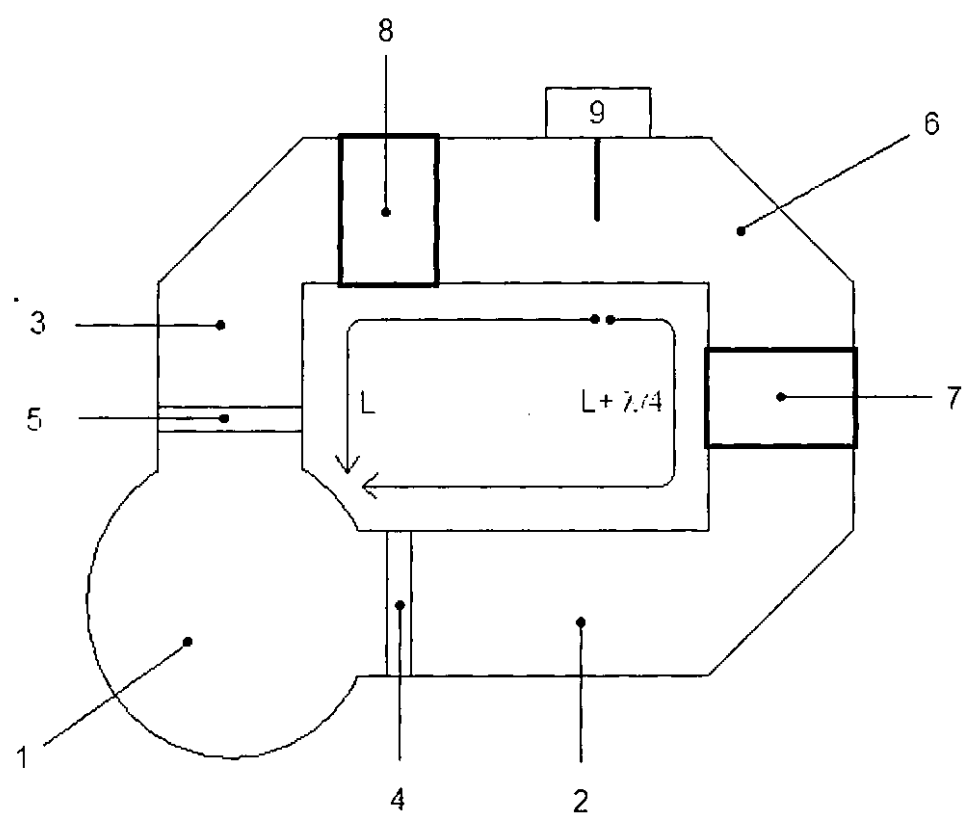


FIGURA 3

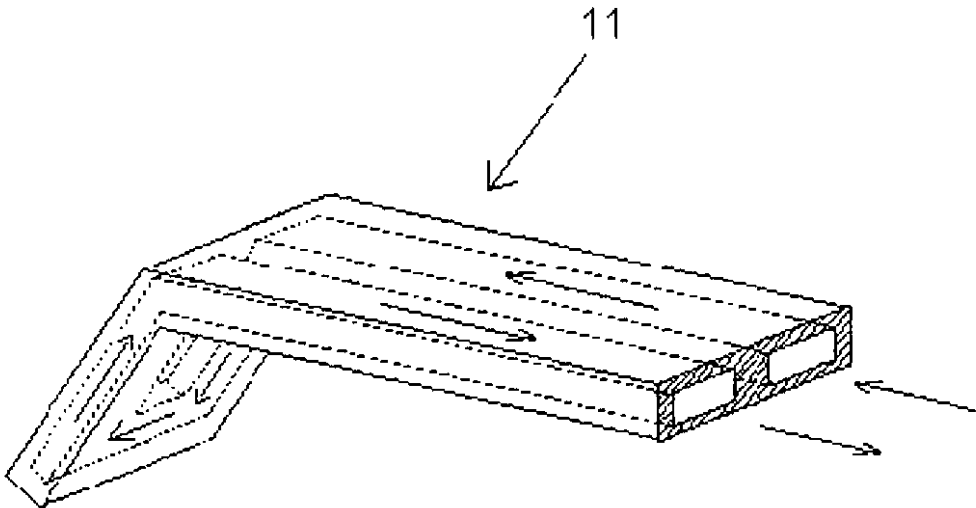
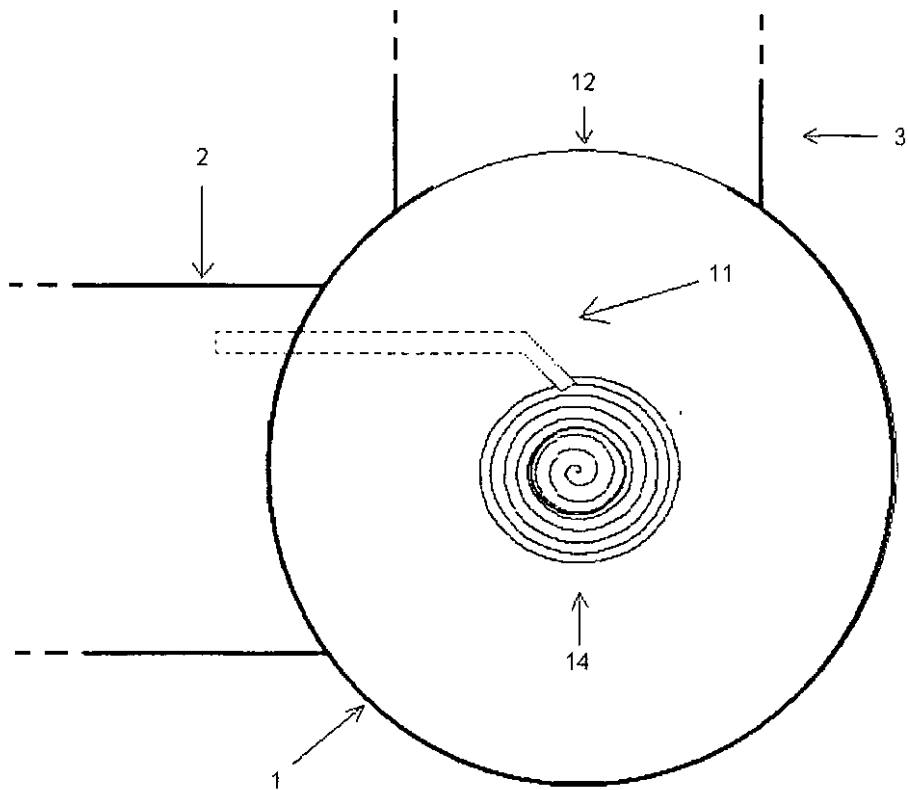


FIGURA 4



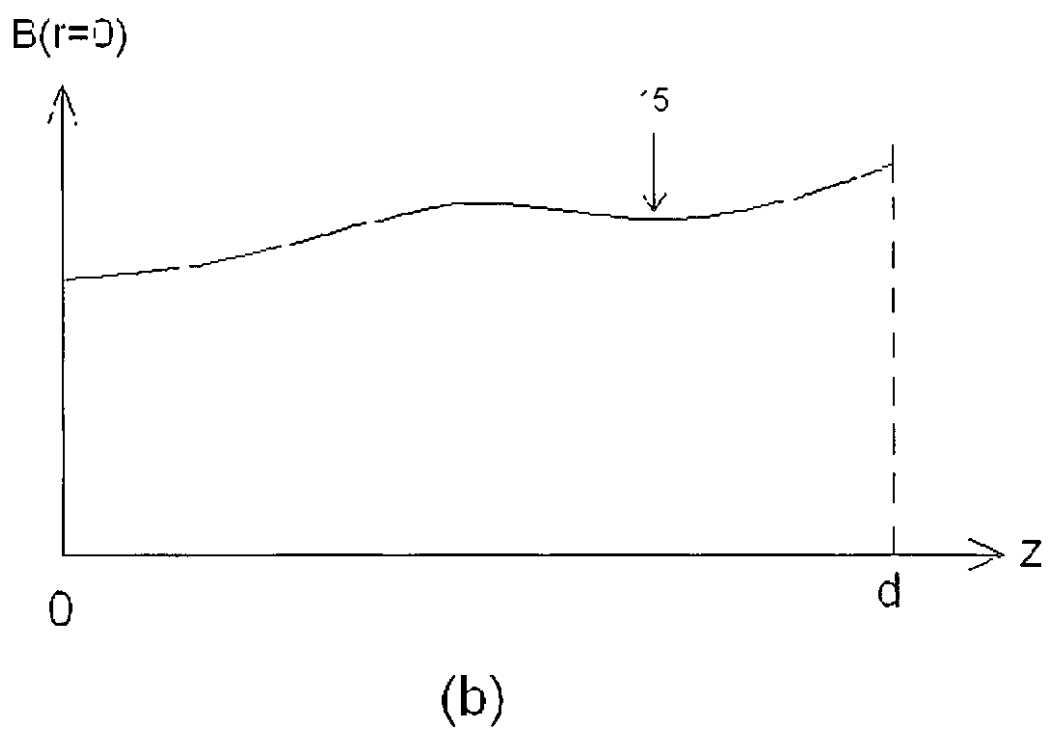
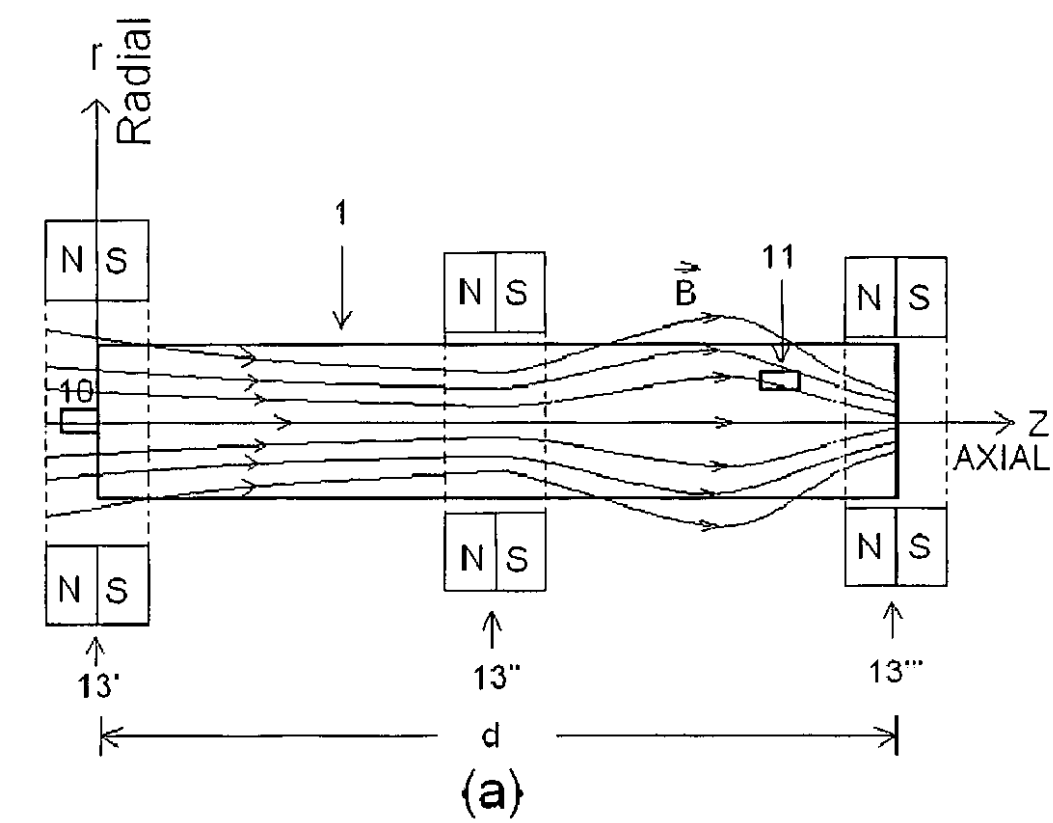


FIGURA 5

FIGURA 6

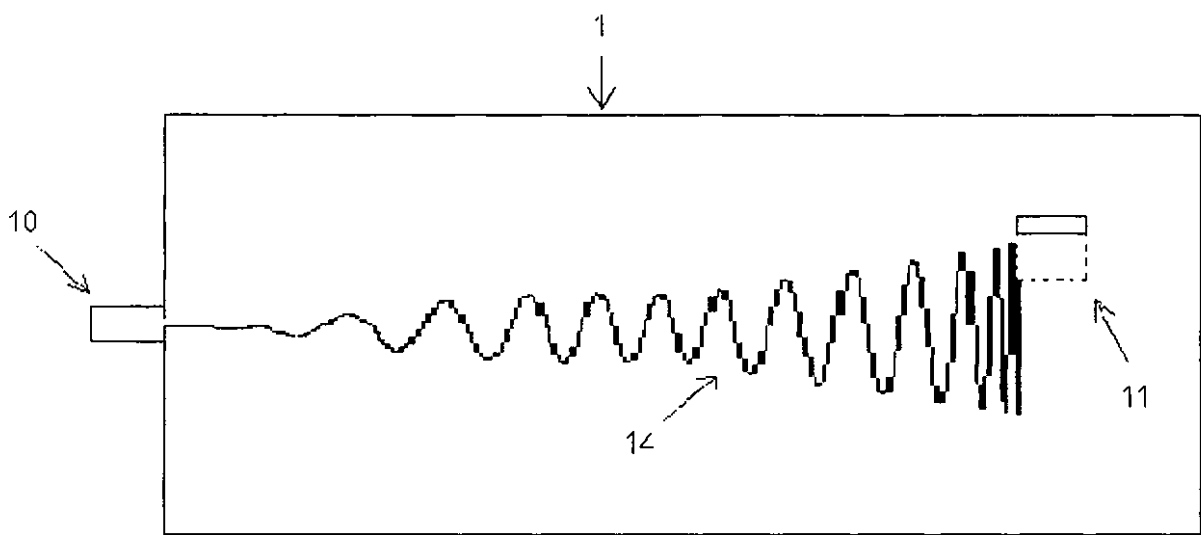
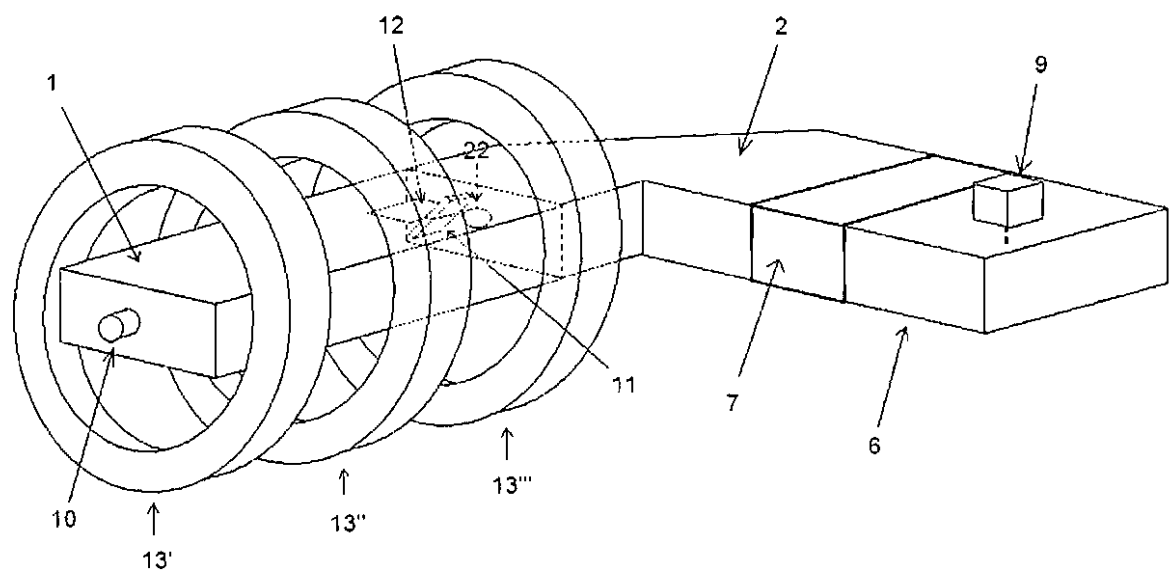


FIGURA 7



19

FIGURA 8

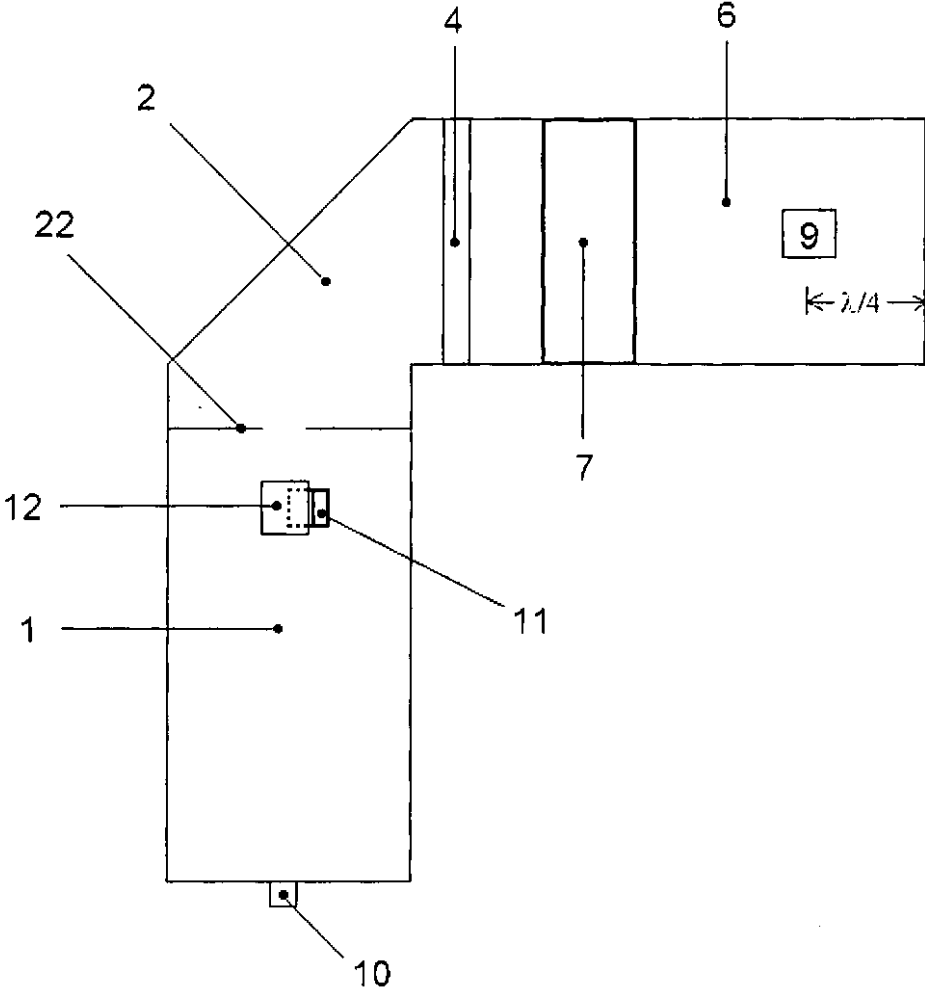
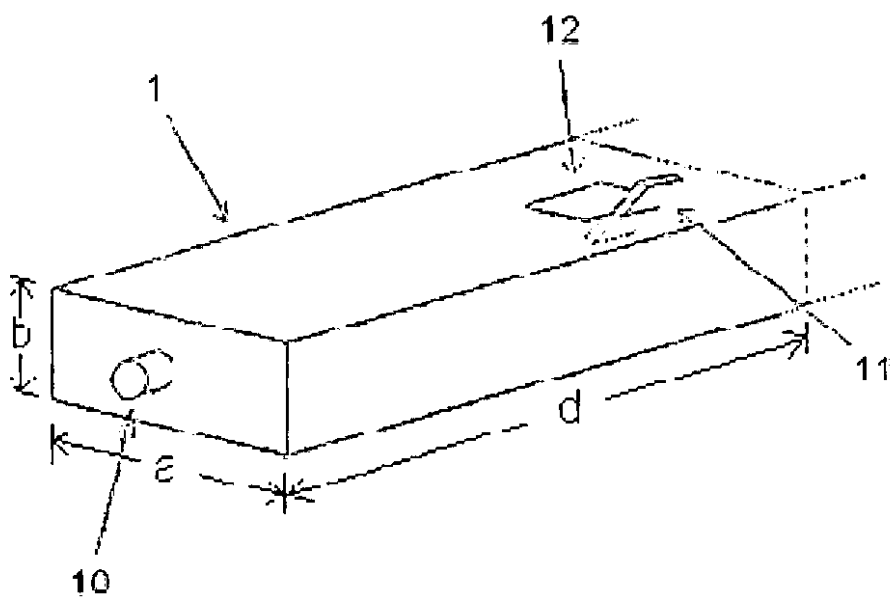


FIGURA 9



REIVINDICACIONES

1. Una fuente de rayos X, caracterizada por:
 - a. una cavidad resonante con un eje longitudinal que corre de un extremo de la cavidad al otro;
 - b. un cañón de electrones ubicado en un extremo de la cavidad resonante;
 - c. un blanco metálico acoplado a la cavidad resonante, cercano al otro extremo de la cavidad;
 - d. un sistema de excitación del campo de microondas acoplado a la cavidad resonante;
 - e. al menos una fuente de campo magnético que genera un campo magnético que es generalmente creciente a lo largo del eje longitudinal de la cavidad, empezando del extremo donde se ubica el cañón de electrones hasta el extremo opuesto; y,
 - f. una ventana incorporada a la superficie de la cavidad resonante, transparente a los rayos X.
2. Una fuente de rayos X según la reivindicación 1 donde la intensidad del campo magnético en el punto de inyección de los electrones es igual al valor de la resonancia ciclotrónica clásica.
3. Una fuente de rayos X según la reivindicación 1 donde el campo magnético es axialmente simétrico, estático y no homogéneo.
4. Una fuente de rayos X según la reivindicación 1, donde el cañón de electrones es un emisor de electrones tipo LaB_6 e inyecta un haz de electrones con una energía del orden de 10 keV.
5. Una fuente de rayos X según la reivindicación 1, donde el blanco metálico cuenta con un canal de refrigeración interno.
6. Una fuente de rayos X según la reivindicación 1 donde el blanco metálico es de molibdeno.
7. Una fuente de rayos X según la reivindicación 1, donde la ventana metálica transparente a los rayos X está hecha de berilio.
8. Una fuente de rayos X según la reivindicación 1 donde la cavidad resonante de microondas es cilíndrica y está hecha de cobre.
9. Una fuente de rayos X según la reivindicación 1 donde la fuente de campo magnético es generado por tres imanes permanentes.
10. Una fuente de rayos X según la reivindicación 9 donde los imanes permanentes se seleccionan del grupo que comprenden los ferromagnéticos SmCO_5 o FeNdB .
11. Una fuente de rayos X según la reivindicación 1, donde la longitud y el diámetro de la cavidad resonante deben mantener una la relación descrita a través de la siguiente

expresión:

$$d=p[(2f/c)^2-(1.841/\pi r)^2]^{-1/2}$$

donde:

d es la longitud de la cavidad;

p es el subíndice del modo de resonancia de la cavidad;

f es la frecuencia del magnetrón;

c es la velocidad de la luz en el vacío; y,

r es el diámetro de la cavidad/2.

12. Una fuente de rayos X según la reivindicación 8, donde la cavidad resonante resuena en el modo TE_{112} .
13. Una fuente de rayos X según la reivindicación 11 y 12, donde la longitud de la cavidad es de 21 cm y el diámetro es 9 cm.
14. Una fuente de rayos X según la reivindicación 8, donde el campo magnético tiene un valor de 875 Gauss en el punto de inyección.
15. Una fuente de rayos X según la reivindicación 8 donde el sistema de excitación está caracterizado por dos guías de onda, cada una con un extremo acoplado a la cavidad y el otro a una fuente de microondas.
16. Una fuente de rayos X según la reivindicación 15 donde las guías de onda propagan un modo TE_{10} .
17. Una fuente de rayos X según la reivindicación 16 donde la guía de onda tiene una sección transversal rectangular.
18. Una fuente de rayos X según la reivindicación 15, donde los extremos de las guías de onda acoplados a la cavidad resonante se encuentran a una distancia de $\frac{1}{4}$ de la longitud total de la cavidad medido desde el extremo donde está ubicado el cañón de electrones.
19. Una fuente de rayos X según la reivindicación 15, donde la fuente de microondas es un magnetrón.
20. Una fuente de rayos X según la reivindicación 19, donde el magnetrón tiene una frecuencia de operación de 2.45GHz y excita un campo de microondas de 7 kV/cm.
21. Una fuente de rayos X según la reivindicación 15, donde las guías de onda utilizadas para la inyección de microondas en la cavidad difieren en sus longitudes en $\lambda/4$, donde λ es la longitud de onda del modo TE_{10} .
22. Una fuente de rayos X según la reivindicación 15, donde cada guía de onda

rectangular comprende:

- a. -una ventana cerámica;
- b. -un aislante de ferrita.

23. Una fuente de rayos X según la reivindicación 22, donde la ventana de cerámica es preferiblemente de Si_2O_3 .

24. Una fuente de rayos X según la reivindicación 1 caracterizada por:

-una única cavidad resonante de sección transversal rectangular metálica.

25. Una fuente de rayos X según la reivindicación 24, donde el sistema de excitación está caracterizado por una guía de onda con un extremo acoplado a la cavidad resonante a través de un iris y el otro a una fuente de microondas, donde dicha guía de onda propaga un modo TE_{10} .

26. Una fuente de rayos X según la reivindicación 25, donde la fuente de microondas es un magnetrón ubicado a una distancia de $\lambda/4$ del extremo acoplado a la cavidad resonante, donde λ es la longitud de onda del modo TE_{10} .

27. Una fuente de rayos X según la reivindicación 24, donde la cavidad resonante resuena en el modo TE_{102} .

28. Una fuente de rayos X según la reivindicación 24, donde las la longitud y el ancho de la cavidad resonante deben cumplir la relación descrita a través de la expresión

$$d=p[(2f/c)^2-(1/a)^2]$$

donde:

d es la longitud de la cavidad;
 p es el subíndice del modo de resonancia de la cavidad;
 f es la frecuencia del magnetrón;
 c es la velocidad de la luz en el vacío;
 a es el ancho de la cavidad.

29. Una fuente de rayos X según la reivindicación 28, donde las dimensiones de la cavidad son $a=7.74$ cm, $d=20$ cm y tiene una altura de 3.87 cm.

30. Una fuente de radiación ciclotrónica según la reivindicación 1, donde el blanco metálico es reemplazado por una ventana incorporada a la cavidad en el punto en el cual los electrones detienen su movimiento longitudinal, a la cual a su vez se encuentra incorporada una cámara de procesamiento al vacío.

31. Una fuente de radiación ciclotrónica según la reivindicación 30, donde la cavidad resonante es cilíndrica.

32. Una fuente de radiación ciclotrónica según la reivindicación 30, donde la cavidad resonante es rectangular.

FUENTE COMPACTA AUTORESONANTE DE RAYOS X

RESUMEN

5

La presente invención divulga un dispositivo compacto capaz de producir rayos X duros de energía mayores que 200 keV, de no menor intensidad que las fuentes de rayos X tradicionales. En la fuente propuesta, los electrones inyectados por un extremo de una cavidad resonante metálica cilíndrica sometida al vacío se aceleran por microondas de un modo TE_{11p} ($p=1,2,3,\dots$) de polarización lineal o circular. Sin embargo, la sección transversal de la cavidad también puede ser elíptica, excitada con el modo TE_{c11p} ($P=1,2,3,\dots$), e incluso rectangular excitada con cualquier modo TE_{10p} ; donde $p=1,2,3,\dots$

10

15

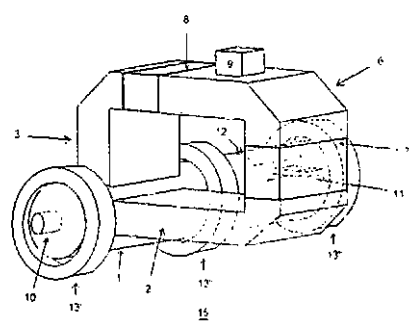
20

Para mantener el régimen de autoresonancia a lo largo de las trayectorias helicoidales de electrones dentro de la cavidad, se genera un campo magnético estático no homogéneo cuya intensidad se aumenta principalmente en la dirección de propagación de los electrones con un perfil que depende de la energía de inyección del haz y la amplitud del campo de microondas. El haz de electrones se acelera de manera ciclotrónica autoresonante desde su inyección en la cavidad hasta que impacte sobre un blanco. La trayectoria del haz es helicoidal y su aceleración se produce en condiciones de autoresonancia. Por lo anterior, la efectividad de la utilización de la potencia de microondas es la máxima posible. Para una frecuencia dada, cuanto mayor es el subíndice p , mayor energía puede ser transferida a los electrones.

23

		SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO	
Industria y Comercio		DIVISION DE NUEVAS CREACIONES	
SUPERINTENDENCIA		TARJETA ARCHIVO PROPIETARIOS	
PATENTE DE INVENCION		X	PCT
		MODELO DE UTILIDAD	
		DISEÑO INDUSTRIAL	
(21) N° de solicitud:		(22) Fecha de solicitud: 01/09/2011	
(51) Clasificación Internacional:			
(71) Solicitante(s) UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER			
(72) Inventor(es) VALERIY DONDOKOVICH DUGAR-ZHABON, EDUARDO ALBERTO OROZCO OSPINO			
(74) Apoderado: CARLOS R. OLARTE			
(30) Prioridad	(31) No. Prioridad	(32) Fecha	(33) País
(85) Fecha inicio fase nacional:		(87) Publicación internacional	
(86) Datos relativos a la presentación de la solicitud PCT		Fecha: Fecha (dd/mm/aa)	
Fecha de presentación de la solicitud: Fecha (dd/mm/aa)		N° publicación: WO	
No. de solicitud PCT/			
(54) Título: FUENTE COMPACTA AUTORESONANTE DE RAYOS X.			

SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO	
DIVISION DE NUEVAS CREACIONES	
TARJETA ARCHIVO TEMATICO	
SUPERINTENDENCIA	PATENTE DE INVENCION ☒ PCT ☐ MODELO DE UTILIDAD ☐ DISEÑO INDUSTRIAL ☐
(21) N° de solicitud:	(22) Fecha de solicitud: 01/09/2011
(51) Clasificación Internacional :	
(71) Solicitante(s) UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER	
(72) Inventor(es) VALERIY DONDOKOVICH DUGAR-ZHABON, EDUARDO ALBERTO OROZCO OSPINO	
(74) Apoderado: CARLOS R. OLARTE	
(30) Prioridad	(31) No. Prioridad (32) Fecha (33) País
(85) Fecha límite inicio fase nacional:	(87) Publicación internacional:
(86) Datos relativos a la presentación de la solíc. PCT	Fecha:
Fecha de presentación de la solicitud:	No. Publicación : WO
No. de solicitud PCT/	
(54) Titulo: FUENTE COMPACTA AUTORESONANTE DE RAYOS X	
(57) Resumen: La presente invención divulga un dispositivo compacto capaz de producir rayos X duros de energía mayores que 200 keV, de no menor intensidad que las fuentes de rayos X tradicionales. En la fuente propuesta, los electrones inyectados por un extremo de una cavidad resonante metálica cilíndrica sometida al vacío se aceleran por microondas de un modo TE_{11p} (p=1,2,3...) de polarización lineal o circular. Sin embargo, la sección transversal de la cavidad también puede ser elíptica, excitada con el modo TE_{c11P} (P=1,2,3,...), e incluso rectangular excitada con cualquier modo TE_{10p}; donde p=1,2,3.... Para mantener el régimen de autoresonancia a lo largo de las trayectorias helicoidales de electrones dentro de la cavidad, se genera un campo magnético estático no homogéneo cuya intensidad se aumenta principalmente en la dirección de propagación de los electrones con un perfil que depende de la energía de inyección del haz y la amplitud del campo de microondas. El haz de electrones se acelera de manera ciclotrónica autoresonante desde su inyección en la cavidad hasta que impacte sobre un blanco. La trayectoria del haz es helicoidal y su aceleración se produce en condiciones de autoresonancia. Por lo anterior, la efectividad de la utilización de la potencia de microondas es la máxima posible. Para una frecuencia dada, cuanto mayor es el subíndice p, mayor energía puede ser transferida a los electrones.	

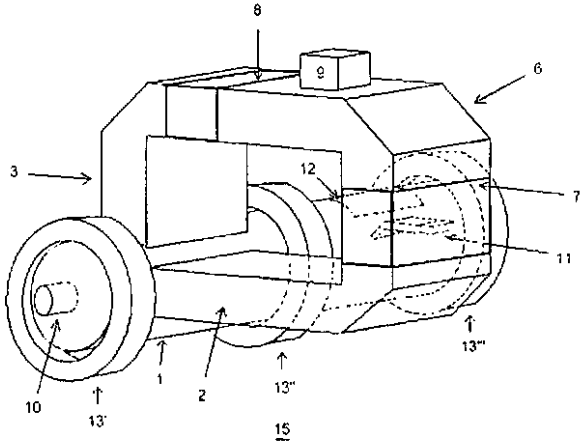


Handwritten mark or signature.

Industria y Comercio SUPERINTENDENCIA		SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO DIVISION DE NUEVAS CREACIONES EXTRACTO PARA PUBLICACIÓN SOLICITUD DE PATENTE DE INVENCION	
(21) N° de solicitud:		(51) Int Cl:	
22) Fecha de solicitud:		(71) Solicitante(s) UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER	
(30) Prioridad	(31) No. Prioridad	32) Fecha	(33) País
		(72) Inventor(es) VALERIY DONDOKOVICH DUGAR-ZHABON, EDUARDO ALBERTO OROZCO OSPINO	
		(74) Apoderado: CARLOS R. OLARTE	
(54) Título: FUENTE COMPACTA AUTORESONANTE DE RAYOS X.			

Reivindicación(es):
La presente invención divulga un dispositivo compacto capaz de producir rayos X duros de energía mayores que 200 keV, de no menor intensidad que las fuentes de rayos X tradicionales. En la fuente propuesta, los electrones inyectados por un extremo de una cavidad resonante metálica cilíndrica sometida al vacío se aceleran por microondas de un modo TE_{11p} (p=1,2,3...) de polarización lineal o circular. Sin embargo, la sección transversal de la cavidad también puede ser elíptica, excitada con el modo TE_{c11P} (P=1,2,3,...), e incluso rectangular excitada con cualquier modo TE_{10p}; donde p=1,2,3....

Para mantener el régimen de autoresonancia a lo largo de las trayectorias helicoidales de electrones dentro de la cavidad, se genera un campo magnético estático no homogéneo cuya intensidad se aumenta principalmente en la dirección de propagación de los electrones con un perfil que depende de la energía de inyección del haz y la amplitud del campo de microondas. El haz de electrones se acelera de manera ciclotrónica autoresonante desde su inyección en la cavidad hasta que impacte sobre un blanco. La trayectoria del haz es helicoidal y su aceleración se produce en condiciones de autoresonancia. Por lo anterior, la efectividad de la utilización de la potencia de microondas es la máxima posible. Para una frecuencia dada, cuanto mayor es el subíndice p, mayor energía puede ser transferida a los electrones.





PATENTE DE INVENCION ☒

MODELO DE UTILIDAD ☐

☒	Indicación que se solicita una patente.
☒	Datos de identificación del solicitante o de la persona que presenta la solicitud
☒	Descripción de la invención
☒	Dibujos de ser estos pertinentes
☒	Comprobante de pago de las tasas establecidas (De ser el caso formato de descuento)
Completa ☒	Incompleta ☐

PATENTE DE INVENCION PCT ☐ MODELO DE UTILIDAD PCT ☐ Art.33 Decisión 486/00, Circular Única

☐	Indicación que se solicita una PCT
☐	Copia de la solicitud en español, tal como fue presentada inicialmente (capítulo descriptivo, reivindicatorio, resumen)
☐	Dibujos de ser estos pertinentes
☐	Comprobante de pago de las tasas establecidas (de ser el caso formato de descuento)
Completa ☐	Incompleta ☐

DISEÑO INDUSTRIAL ☐

(Art. 119 Decisión 486/00)

☐	Indicación que se solicita Diseño industrial
☐	Datos de identificación del solicitante o de la persona que presenta la solicitud
☐	Representación gráfica y fotográfica del Diseño industrial o muestra del material que incorpora el diseño
☐	Comprobante de pago de las tasas establecidas
Completa ☐	Incompleta ☐

ESQUEMA DE TRAZADO ☐

(Art. 92 Decisión 486/00)

☐	Indicación que se solicita un esquema de trazado
☐	Datos de identificación del solicitante o de la persona que presenta la solicitud
☐	Representación gráfica de un esquema de trazado
☐	Comprobante de pago de las tasas establecidas
Completa ☐	Incompleta ☐