



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

N.º de publicación: **ES 2 043 503**

Número de solicitud: 9101229

Int. Cl.<sup>6</sup>: G01T 1/203  
G01T 1/164

12

PATENTE DE INVENCION

B1

Fecha de presentación: **21.05.91**

Fecha de publicación de la solicitud: **16.12.93**

Fecha de concesión: **17.11.95**

Fecha de anuncio de la concesión: **16.12.95**

Fecha de publicación del folleto de patente:  
**16.12.95**

Titular/es:  
**Universitat de Valencia (Estudi General)**  
**C/ de la Nave, 2**  
**46003 Valencia, ES**  
**Consejo Superior de Investigaciones**  
**Científicas (CSIC)**

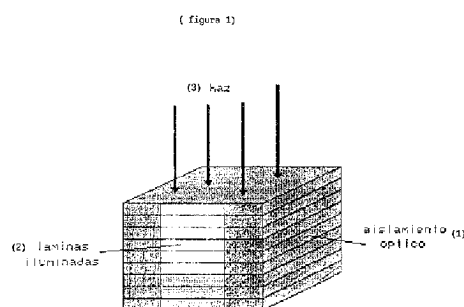
Inventor/es: **Ferrero Calabuig, José Lorenzo;**  
**Navarro Anglés, Elisa;**  
**Marqués Moreno, Fco. Miguel y**  
**Martínez García, Gines**

Agente: **No consta**

Título: **Dispositivo para el control rápido de la energía de haces de electrones acelerados.**

Resumen:

Dispositivo para el control rápido de la energía de haces de electrones acelerados de forma visual construido con material plástico centelleador que consiste en el apilamiento de un conjunto de láminas, envueltas individualmente con material reflectante y aisladas ópticamente entre sí. Según el espesor atravesado del material se determina la energía del haz incidente. Es de aplicación para la medición de la energía de las partículas cargadas en los aceleradores empleados con fines terapéuticos.



Aviso: Se puede realizar consulta prevista por el artº 37.3.8 LP.

## DESCRIPCION

La presente invención consiste en un dispositivo de control rápido de haces de electrones acelerados.

Este dispositivo tiene aplicación en los aceleradores de partículas cargadas que son empleados con fines terapéuticos. En estos aceleradores es de fundamental importancia el control de su correcto funcionamiento -para evitar efectos irreparables sobre el paciente-, particularmente la medición precisa de la energía de las partículas cargadas que se precisa en cada caso.

### Estado de la Técnica

Los aceleradores de electrones utilizados en aplicaciones terapéuticas son dispositivos técnicos complejos, en los que es sumamente importante la verificación frecuente del posicionamiento espacial del haz emergente, de la intensidad del mismo y de la energía de los electrones acelerados.

En realidad, el parámetro más importante a controlar es precisamente la dosis o tasa de dosis absorbida en cada punto de la zona irradiada del paciente. La dosis se define como la energía absorbida por unidad de masa, y la tasa de dosis es la energía absorbida por unidad de tiempo y de masa. Para un medio determinado, dicha dosis depende de la energía de los electrones, no sólo porque la deposición de energía por unidad de recorrido es función de la energía de los electrones, sino porque la penetración o alcance de los electrones depende asimismo de su energía.

Los procedimientos habituales de verificación de la distribución espacial de dosis o diferentes profundidades y energías precisan en general del laborioso montaje de un dispositivo especial, y suelen requerir hasta un día completo de trabajo de uno o varios físicos, durante el cual no pueden ser atendidos los pacientes. Lo complicado del procedimiento y su lentitud hacen que sólo se pueda llevar a cabo la revisión del correcto funcionamiento del acelerador con una periodicidad baja -una o dos veces al mes - si se quiere rentabilizar al máximo la cuantiosa inversión que representa un acelerador de electrones.

### Ventajas

Por los motivos aducidos anteriormente es altamente interesante poder disponer de un dispositivo sencillo y fiable que proporcione rápidamente, pero con la máxima seguridad, información sobre la energía del haz emergente del aparato, que normalmente es invisible.

El paso de radiación ionizante en algunos materiales produce luz visible, siendo ésta una de las técnicas más antiguas de detección de partículas. Los cristales inorgánicos de alta densidad son utilizados para espectroscopía gamma, mientras que los orgánicos son a menudo preferidos para la espectroscopía beta. La obra clásica sobre este tipo de materiales es el libro de J.B. Birks "The theory and practice of scintillation counting", editado por Pergamon Press, Oxford 1964.

En su uso normal en Física Nuclear, Física de Partículas y Radiactividad Ambiental, debe acoplarse a estos detectores tubos fotomultiplicadores debido a la débil luz producida por las pocas partículas por segundo que lo atraviesan.

La corriente total emergente del dispositivo de

aceleración -en el caso de los aceleradores de uso terapéutico-, es decir, el número de partículas por segundo, es relativamente muy grande. Por lo tanto, aun cuando la energía perdida por cada partícula individual es muy pequeña, la cantidad total depositada en el detector es muy grande y se podrá observar directamente, sin necesidad de ningún dispositivo -tubo fotomultiplicador-, la luz producida.

Este es el fundamento de nuestra propuesta de un dispositivo de análisis rápido para analizar la energía de un haz de electrones producido por un acelerador terapéutico.

El dispositivo consiste en un conjunto de placas de material centelleador plástico, envueltas individualmente con material reflectante, aisladas ópticamente (Fig.1.1). Dichas capas, de un espesor dependiente de la precisión que se dese -0.01 metros provocan una pérdida de energía de aproximadamente 2 Mega electronvoltios- y de igual sección y forma, se apilan formando un conjunto de hasta 0.20 metros de altura, que es suficiente para una energía máxima de 40 Mega electronvoltios. En la superficie lateral de cada lámina aislada ópticamente con el material reflectante se realiza una abertura (fig.1.2.) que permitirá salir a la luz que se genere en el interior de las capas de material centelleador. Según el espesor atravesado de material plástico, determinado por la última capa de plástico centelleador que produce luz, se puede determinar la energía del haz (fig.1.3) de acuerdo con unas tables de alcance-energía, como las de A.T. Nelms "Energy Loss and Range of Electrons and Positrons", Nuclear Bureau of Santandarts, Washington D.C. 1956, 1-30.

Existe además la posibilidad de intercalar láminas de plástico transparente en las zonas correspondiente a energías que no interesen, ya que producen la misma pérdida de energía y no producen luz.

Debido a la gran dispersión existente en el proceso de pérdida de energía de los electrones en la materia y a la contribución sobre todo de la radiación de frenado en forma de rayos X, es más indicado realizar una calibración del aparato propuesto cuando se realice la calibración recomendada por el fabricante del acelerador. Se establecerá así una relación entre el lugar que ocupa la última lámina iluminada en el sentido de penetración del haz y la energía de los electrones indicada en el cuadro de mandos del acelerador.

Posteriormente, con este nuevo dispositivo se puede realizar muy frecuentemente la comprobación de la energía suministrada por el acelerador, pues, colocándolo sobre la mesa en la que se va a situar el paciente, la verificación de la última lámina iluminada a distintas energía es una operación que se realiza en aproximadamente 2 minutos, y sin alterar las condiciones normales de funcionamiento del acelerador.

La medida completa de verificación de dosis con los dispositivos existentes hasta el momento presenta riesgo de errores o averías, debido a su complejidad y a la intervención en la misma de gran número de componentes mecánicos y electrónicos, y desaprovecha mucho tiempo de tratamiento a pacientes -del orden de un día-,

ya que se aprata al acelerador de sus condiciones usuales de trabajo.

En cambio, con el dispositivo que se propone en la presente invención se puede realizar una medida directa y altamente fiable, que que la simple inspección visual -a través de una cámara de vídeo, por ejemplo- nos informa sobre el estado actual del acelerador prácticamente sin posibilidad de averías en el dispositivo, pues carece de elementos mecánicos o electrónicos susceptibles de un mal funcionamiento. Presenta además la posibilidad de realizar la medida en un corto espacio de tiempo -del orden de 2 minutos- y sin apartar el acelerador de sus condiciones de trabajo.

Todo esto permite mantener el carácter más o menos mensual del sofisticado control ya existente -una mayor frecuencia desaprovecharía el acelerador durante gran parte del tiempo-, y efectuar

este nuevo control de forma diaria, o incluso antes de tratar a cada paciente, proporcionando así unos niveles de seguridad, aprovechamiento del acelerador y eficacia inalcanzables hasta la fecha.

Ejemplo.- La forma y sección de las láminas se puede adaptar a las necesidades de cada acelerador, siendo unas dimensiones bastante usuales, láminas cuadradas de 0.20 metros x 0.20 metros y de un espesor del orden de 0.005 metros -varía con la precisión buscada-. Para llegar a energías de hasta 40 Mega electronvoltios son necesarias unas 40 láminas del espesor mencionado. Una posible disposición se muestra en la F.1.

La medida es instantánea, altamente fiable, y de una precisión dependiente del espesor elegido, pero mayor en cualquier caso que la apreciada por los mandos del acelerador.

5  
10  
15  
20  
25  
30  
35  
40  
45  
50  
55  
60  
65

## REIVINDICACIONES

1. Dispositivo para el control rápido de la energía de haces de electrones acelerados de forma visual, que se **caracteriza** por consistir en un conjunto de láminas de centelleador plástico envueltas individualmente con material reflectante, aisladas ópticamente entre sí y apiladas, en el que se practica una abertura para visualizar la luz que se genera en el interior de cada una de las capas de material centelleador y determinar directamente la energía del haz.

2. Dispositivo para el control rápido de la energía de haces de electrones acelerados según la reivindicación 1, que se **caracteriza** por la posi-

bilidad de añadir láminas de plástico transparente para eliminar zonas correspondientes a energías que no interesen.

3. Dispositivo para el control rápido de la energía de haces de electrones acelerados según las reivindicaciones 1 y 2, que se **caracteriza** porque mediante 40 láminas plásticas cuadradas de 0,20 por 0,20 metros y de un espesor de 0,005 metros se determinan energías de hasta 40 Mega electrovoltios.

4. Dispositivo para el control rápido de la energía de haces de electrones acelerados según la reivindicación 1, 2 y 3 para su aplicación en la comprobación de la energía de los electrones proporcionados por un acelerador terapéutico.

20

25

30

35

40

45

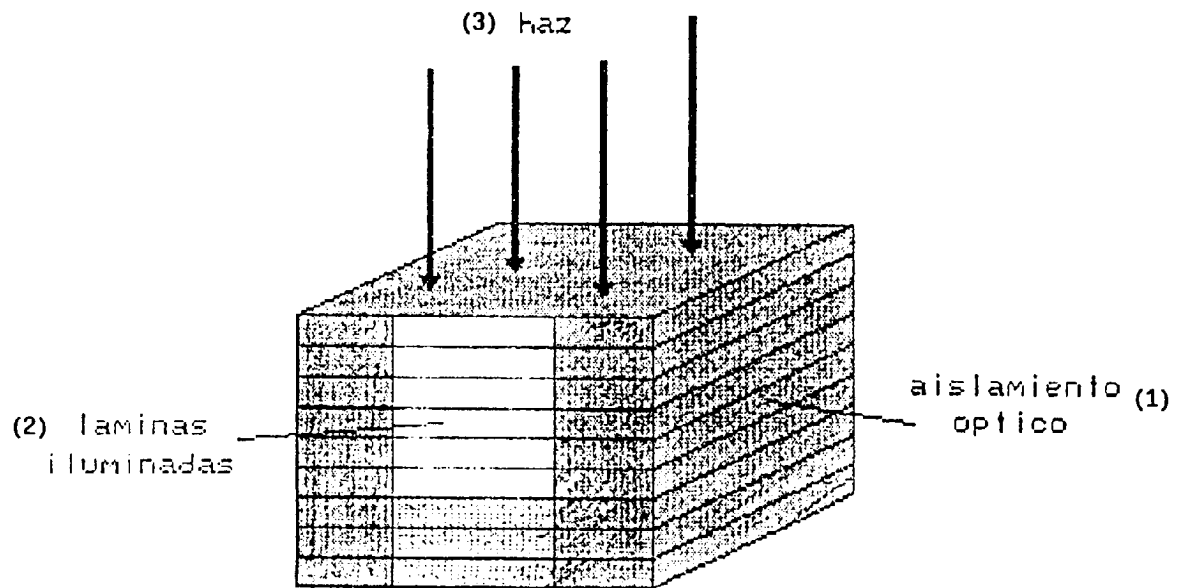
50

55

60

65

( figura 1)





OFICINA ESPAÑOLA  
DE PATENTES Y MARCAS  
ESPAÑA

⑪ ES 2 043 503

⑫ N.º solicitud: 9101229

⑬ Fecha de presentación de la solicitud: 21.05.91

⑭ Fecha de prioridad:

## INFORME SOBRE EL ESTADO DE LA TECNICA

⑮ Int. Cl.<sup>6</sup>: G01T 1/203, 1/164

### DOCUMENTOS RELEVANTES

Categoría	Documentos citados	Reivindicaciones afectadas
A	US-A-4495420 (UNIVERZITA KOMENSKEHO) * Todo el documento *	1
A	US-A-4937455 (KERNFORSCHUNGSANLAGE JULICH GmbH) * Todo el documento *	1
A	EP-A-0358413 (UNIVERSITY OF FLORIDA) * Todo el documento *	1

#### Categoría de los documentos citados

X: de particular relevancia

Y: de particular relevancia combinado con otro/s de la misma categoría

A: refleja el estado de la técnica

O: referido a divulgación no escrita

P: publicado entre la fecha de prioridad y la de presentación de la solicitud

E: documento anterior, pero publicado después de la fecha de presentación de la solicitud

#### El presente informe ha sido realizado

para todas las reivindicaciones

para las reivindicaciones n.º:

Fecha de realización del informe

27.03.95

Examinador

E. Martín Pérez

Página

1/1