

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 763 644**

51 Int. Cl.:

**H01J 43/24** (2006.01)

**H01J 9/12** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **27.02.2013** **E 13156923 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **02.10.2019** **EP 2634791**

54 Título: **Placa de microcanal para multiplicador de electrones**

30 Prioridad:

**29.02.2012 GB 201203562**

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

**29.05.2020**

73 Titular/es:

**PHOTEK LIMITED (100.0%)**  
**26 Castleham Road, St Leonards on Sea**  
**Sussex TN38 9NS, GB**

72 Inventor/es:

**HOWORTH, JONATHAN ROSS**

74 Agente/Representante:

**GARCÍA GONZÁLEZ, Sergio**

**ES 2 763 644 T3**

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

## DESCRIPCIÓN

Placa de microcanal para multiplicador de electrones

5 La presente invención se refiere a una placa de microcanal para un multiplicador de electrones de placa de microcanal, un multiplicador de electrones que comprende tal placa de microcanal, tal como se usa normalmente, aunque no exclusivamente, en intensificadores de imagen, fotomultiplicadores, instrumentación de vacío, espectrómetros de masas, y a procedimientos de formación y uso de tal placa de microcanal.

10 La tecnología de creación de multiplicadores de electrones de placa de microcanal (MCP) es bien conocida; véase, por ejemplo, la patente del Reino Unido 1 368 753 y la patente de los Estados Unidos 4,010,019. Estos generalmente se fabrican a partir de una serie de tubos de vidrio estirados que se activan químicamente por reducción de hidrógeno y grabado químico. Como paso final, los electrodos metálicos se depositan en las caras de entrada y salida. Sería difícil depositar estos electrodos sin que algo de metal penetre dentro de los poros metálicos.  
15 El conocimiento y la práctica convencionales consisten en usar una aleación de níquel/cromo como metal de electrodo porque tiene un bajo coeficiente de emisión de electrones secundarios.

En la superficie de salida de la MCP, esto es favorable para dispositivos de formación de imágenes ya que se reduce la posibilidad de que se generen electrones secundarios cerca del extremo, y se cree que esto mejora la resolución espacial de los dispositivos de formación de imágenes que usan las MCP. Un artículo escrito por Stan Thomas y Gary Power "Unique Microchannel Plate Process Doubles MCPI Resolution", 21ª Conferencia Internacional sobre Fotónica de Alta Velocidad, 1994, explica esto con cierto detalle. En este artículo, los autores sostienen que la resolución espacial mejora si el metal está cubierto por una gruesa capa aislante de, por ejemplo, óxido de aluminio. Se utilizan argumentos similares para justificar el uso de níquel-cromo en la superficie de entrada.  
20 Se ha realizado mucha investigación para recubrir el contacto de metal en la entrada para mejorar el rendimiento de electrones secundarios para aplicaciones en las que la resolución espacial no es importante.

Si bien las MCP se usan normalmente para intensificadores de imagen, existe un mercado creciente para ellas como fotomultiplicadores rápidos donde la resolución espacial no es importante y otros parámetros como la eficiencia de detección absoluta son más importantes.  
30

Se ha desarrollado un procedimiento alternativo para activar conjuntos de microcapilares de vidrio mediante deposición de capa atómica, tal como se describe en las publicaciones de solicitud de patente de US 2009/0212680, US 2009/0315443 y US 2012/0187305, cuyas enseñanzas se incorporan como referencia.  
35

Conocemos la patente de los Estados Unidos 6 396 049, que da a conocer una placa de microcanal con un recubrimiento en su lado de entrada para aumentar la producción de electrones secundarios.

Una MCP de la técnica anterior se muestra esquemáticamente en la figura 1 de los dibujos que se acompañan. Se pueden ver los canales individuales 100; mientras que no se muestran los electrodos, el material metálico (por ejemplo, cromo, níquel-cromo o inconel) se ha desplazado por los canales como se muestra en 101. Si un electrón incide en la MCP entre los canales, como se muestra en la posición 102, entonces hay una alta probabilidad de que tales electrones se pierdan, ya sea por reflexión, (dado que los electrodos metálicos con alto número atómico tienen un alto coeficiente de reflexión de electrones) o porque materiales tales como el cromo tienen un coeficiente de emisión de electrones secundarios relativamente bajo de aproximadamente 1,3 electrones por electrón incidente.  
40  
45

Según un primer aspecto de la invención, se proporciona una placa de microcanal para un multiplicador de electrones de placa de microcanal de acuerdo con la reivindicación 1. En las reivindicaciones dependientes, se enumeran características opcionales.  
50

Por lo tanto, los electrones entrantes que golpean una capa de material generarán emisiones secundarias, aumentando así la ganancia de la placa de microcanal. Además, los electrones que inciden en los espacios entre los canales tienen menos probabilidad de reflejarse, mejorando así la eficiencia del dispositivo.

55 Por lo general, el material resistivo y de emisión secundaria comprenderá al menos uno de óxido de magnesio (MgO) y óxido de aluminio (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>), opcionalmente con un dopante presente para controlar la resistencia del material; el dopante puede ser óxido de zinc (ZnO).

60 Por lo general, cada capa tendrá menos de 100 nanómetros (nm) de espesor, y preferiblemente tendrá aproximadamente de 10 a 100 nanómetros de espesor. Como tal, el espesor de cada capa puede oscilar entre 20 y 90 nm; 25 y 80 nm; 25 y 75 nm; 30 y 70 nm; 40 y 60 nm; o 50 y 60 nm. El espesor de cada capa puede ser inferior a 10 nm, pero puede ser de al menos 1 nm.

65 Hay una capa de material resistivo y de emisión secundaria en el segundo lado tanto del primer electrodo como del segundo electrodo.

El sustrato puede comprender una pluralidad de tubos de vidrio huecos, teniendo cada tubo un orificio, por lo general de 3 a 20 micras (micrómetros) de diámetro, que definen uno de los canales. Los tubos pueden fusionarse entre sí.

5 Cada capa de material resistivo y de emisión secundaria se ha depositado en el primer o segundo electrodo mediante deposición de capa atómica.

De acuerdo con un segundo aspecto de la invención, se proporciona un procedimiento para formar una placa de microcanal para su uso en un multiplicador de electrones de placa de microcanal, de acuerdo con la reivindicación 8.

10 La deposición de capa atómica es una técnica bien conocida para depositar capas muy delgadas de material con un espesor predecible. Sin embargo, los inventores se han dado cuenta de que puede usarse para depositar una capa adicional de material sobre los electrodos habituales, para que los electrones entrantes solo encuentren material con un alto coeficiente de emisión de electrones secundarios, para mejorar la eficiencia de detección.

15 Por lo general, la etapa de formación de los electrodos en las caras primera y segunda comprenderá usar evaporación al vacío para depositar los electrodos en las caras.

20 Según un tercer aspecto de la invención, se proporciona un procedimiento para usar la placa de microcanal, según el primer aspecto de la invención, en un multiplicador de electrones de placa de microcanal, que comprende proporcionar una tensión a través de los electrodos y exponer la capa de material que está sobre el primer electrodo a una fuente de electrones para multiplicar.

25 De acuerdo con un cuarto aspecto de la invención, se proporciona un multiplicador de electrones de placa de microcanal que comprende la placa de microcanal según el primer aspecto de la invención, una fuente de tensión acoplada a los electrodos para proporcionar una tensión a través de ellos y una entrada para que los electrones se multipliquen, estando orientada la capa de material que está sobre el primer electrodo hacia la entrada.

30 A continuación, se presenta, solo a modo de ejemplo, una realización de la invención, descrita con referencia a los dibujos que se acompañan y tal como se ilustra en los mismos, en los que:

**La figura 1** muestra una ampliación esquemática de una placa de microcanal de la técnica anterior de un multiplicador de electrones;

35 **La figura 2** muestra esquemáticamente un multiplicador de electrones de placa de microcanal según una realización de la invención; y

**La figura 3** muestra un gráfico de resultados basado en el uso de multiplicadores de electrones de placa de microcanal de acuerdo con la presente realización y la técnica anterior, respectivamente.

40 Un multiplicador de electrones de placa de microcanal según una realización de la invención se muestra en figura 2 de los dibujos adjuntos. El multiplicador de electrones comprende una placa de microcanal 1 y una fuente de tensión de CC de alta tensión 2. El multiplicador de electrones también tiene una entrada para que los electrones se multipliquen, la cual se muestra esquemáticamente en 10 en la figura 2. Por ejemplo, la fuente de los electrones podría ser una capa fotosensible que emite electrones cuando se bombardea con fotones. El multiplicador de electrones de placa de microcanal generalmente se usaría en un recinto evacuado.

50 La placa de microcanal 2 comprende una placa de sustrato 5 en la que está formada una pluralidad de canales paralelos. Cada canal comprende un tubo de vidrio estrecho que tiene un orificio interno (desplazándose los orificios verticalmente en figura 2). El orificio de cada tubo tiene un diámetro de aproximadamente 3 a 25 micrómetros; la separación de los canales de centro a centro es aproximadamente un 20 % mayor que la anchura de orificio, de modo que, para un orificio de 10 micrómetros, la separación de centro a centro será de alrededor de 12 micrómetros. Los tubos están fusionados entre sí.

55 En cada cara del sustrato, se deposita, por lo general mediante evaporación al vacío, un electrodo metálico 3, 4, por lo general formado de cromo, níquel-cromo o inconel, debido su buena adhesión al vidrio. Los electrodos 3, 4 se conectan a la fuente de tensión, que puede proporcionar una tensión de hasta aproximadamente 2 kilovoltios entre los electrodos.

60 En la parte superior del electrodo 3 orientado hacia la fuente de electrones 10, se proporciona una capa de material 7 que es resistiva y proporciona una emisión secundaria de electrones. Ejemplos típicos de tales materiales son óxido de magnesio (MgO) y óxido de aluminio (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>). Otra capa 6 de tal material se proporciona en el electrodo opuesto 4. Las capas 6, 7 se forman por deposición de capa atómica después de que los electrodos 3, 4 se hayan colocado. Con el uso de tecnología de evaporación al vacío, es fácil depositar los electrodos 3, 4 primero, y seguir con las capas finales de material resistivo y de emisión secundaria.

65 Por lo tanto, los electrones que inciden desde la fuente solo encontrarán material con un alto coeficiente de emisión

de electrones secundarios y una baja resistencia. Incluso aunque los electrones lleguen entre los canales, se emitirán electrones secundarios y por tanto generarán un pulso de salida. Se reducen los reflejos de electrones en la superficie de entrada de la placa de microcanal. En general, se mejora la ganancia de la placa de microcanal.

- 5 La mejora en la ganancia se puede ver en el gráfico que se muestra en figura 3 de los dibujos que se acompañan, que muestra la diferencia entre una placa de microcanal con y sin la capa de material 7. Como es evidente, hay un aumento en la ganancia de dos órdenes de magnitud al emplear la capa adicional de material.
- 10 Se anticipa que la capa adicional 7 será menos perjudicial para la resolución de lo que supone el conocimiento convencional. Esto se debe a que la emisión de electrones secundarios comprende dos componentes: secundarios verdaderos, que tienen poca energía y, por tanto, no se propagan muy lejos y no degradan significativamente la resolución espacial; y electrones primarios reflejados. Los electrones primarios reflejados pueden tener alta energía y desplazarse distancias significativas, y se sabe que degradan el contraste de imagen.
- 15 La relación entre secundarios verdaderos y primarios reflejados depende del número atómico del material en cuestión. Los metales normalmente utilizados tales como el níquel y el cromo tienen un número atómico más alto que los materiales emisores de electrones secundarios comunes MgO y Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> normalmente utilizados para las capas de emisión secundaria en el procedimiento de deposición de capa atómica.
- 20 Por lo tanto, el depósito usando películas emisoras secundarias de deposición de capa atómica sobre los electrodos metálicos 3, 4 puede tener varios beneficios:
- Mayor ganancia
  - Mayor eficiencia de conteo y mejor relación entre señal y ruido
- 25 • Supresión de electrones reflejados mejorando así el contraste en la imagen.

**REIVINDICACIONES**

1. Placa de microcanal (1) para un multiplicador de electrones de placa de microcanal, que comprende:
  - 5 un sustrato que forma una placa (5) que tiene unas caras opuestas primera y segunda y que tiene una pluralidad de canales paralelos que lo atraviesan desde la primera cara a la segunda;
  - un primer electrodo (3) en la primera cara, teniendo el primer electrodo (3) un primer lado adyacente al sustrato y un segundo lado opuesto al primero lado;
  - 10 un segundo electrodo (4) en la segunda cara, teniendo el segundo electrodo (4) un primer lado adyacente al sustrato y un segundo lado opuesto al primer lado y
  - una capa (6, 7) de material resistivo y de emisión secundaria en el segundo lado del primer electrodo (3) y el segundo electrodo (4),
  - 15 en la que cada capa (6, 7) de material resistivo y de emisión secundaria se ha depositado sobre el primer y segundo electrodo mediante deposición de capa atómica.
2. Placa de microcanal según la reivindicación 1, en la que el material resistivo y de emisión secundaria comprende al menos uno de óxido de magnesio (MgO) y óxido de aluminio (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>)
3. Placa de microcanal según la reivindicación 2, en la que el material resistivo y de emisión secundaria comprende un dopante presente para controlar la resistencia del material.
- 20 4. Placa de microcanal según la reivindicación 3, en la que el dopante es óxido de zinc (ZnO).
5. Placa de microcanal según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la que cada capa (6, 7) tiene menos de 100 nanómetros de espesor.
6. Placa de microcanal según la reivindicación 5, en la que cada capa (6, 7) tiene un espesor de entre 10 y 100 nanómetros.
- 30 7. Multiplicador de electrones de placa de microcanal, que comprende la placa de microcanal (1) según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, una fuente de tensión (2) acoplada a los electrodos (3, 4) para proporcionar una tensión a través de ellos y una entrada para que los electrones (10) se multipliquen, estando orientada la capa de material (7) que está sobre el primer electrodo (3) hacia la entrada.
- 35 8. Procedimiento para formar una placa de microcanal (1) para usar en un multiplicador de electrones de placa de microcanal, comprendiendo el procedimiento proporcionar una placa (5) de un sustrato que tiene una pluralidad de canales generalmente paralelos a través del mismo desde una primera a una segunda cara opuesta, formar electrodos (3, 4) en cada una de las caras primera y segunda y depositar sobre ambos electrodos (3, 4) una capa (6, 7) de material resistivo y de emisión secundaria utilizando deposición de capa atómica.
- 40 9. Procedimiento según la reivindicación 8, en el que la etapa de formación de los electrodos (3, 4) en las caras primera y segunda comprende el uso de evaporación al vacío para depositar los electrodos en las caras.
- 45 10. Procedimiento para usar la placa de microcanal, según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, en un multiplicador de electrones de placa de microcanal, que comprende proporcionar una tensión a través de los electrodos y exponer la capa de material (7) que está sobre el primer electrodo (3) a una fuente de electrones para multiplicar (10).

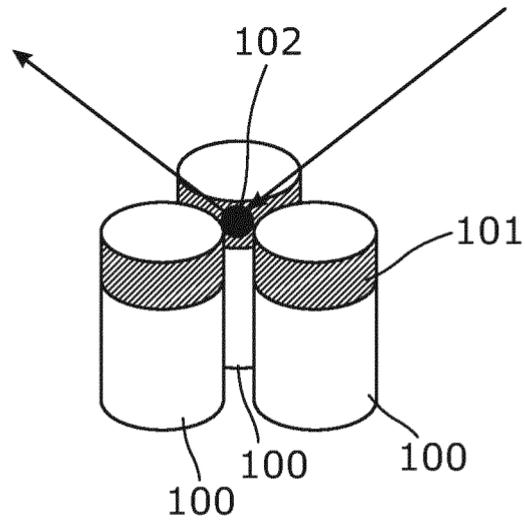


Fig. 1  
Técnica anterior

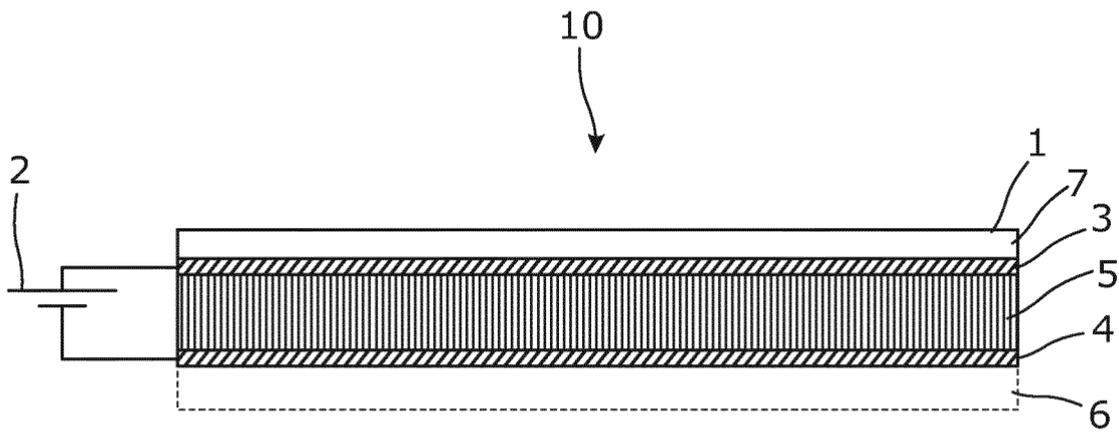


Fig. 2

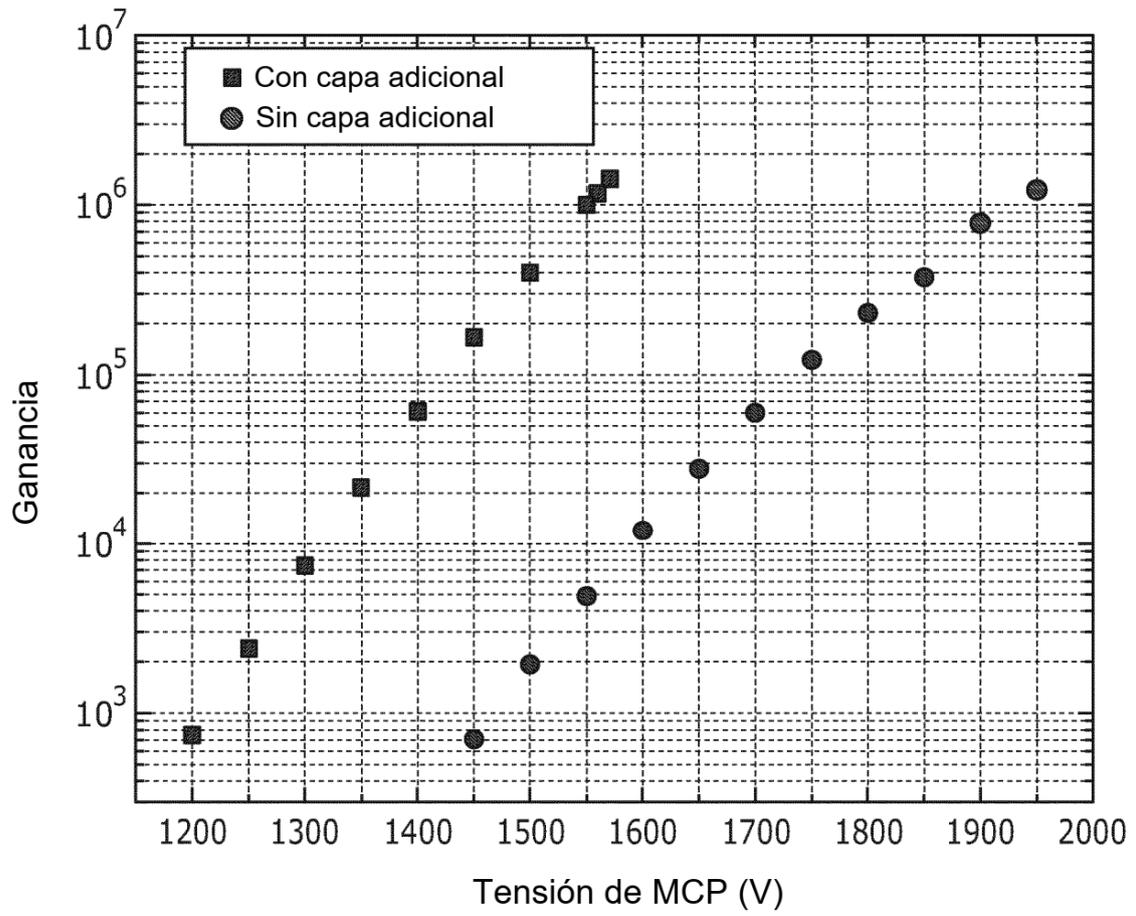


Fig. 3