

P - 18.081

CSF 1374



248096

MEMORIA DESCRIPTIVA
para solicitar
P A T E N T E D E I N V E N C I O N
en
E S P A Ñ A
por VEINTE años

a nombre de COMPAGNIE GENERALE DE TELEGRAPHIE SANS FIL, socie-
dad anónima francesa, establecida en 79, Boulevard Haussmann,
Paris, Francia, por:

"MEJORAS INTRODUCIDAS EN LA FABRICACION DE CATODOS FRIOS"

La invención tiene por objeto un cátodo termoelectrónico
frío de semi-conductor.

En los cátodos termoelectrónicos denominados "de óxidos",
existen capas semi-conductoras de óxidos alcalino-térreos, y se
5 puede explicar la emisión electrónica considerando que la ener-
gía comunicada a los iones a consecuencia del calentamiento de
la "red" semi conductora por calentamiento del cátodo, es trans-
mitida a los "electrones libres" adquiriendo así algunos de es-
tos últimos una energía superior al "trabajo de salida" que
10 permite su extracción del semiconductor.

248096



La emisión está unida por consiguiente en estos cátodos clásicos al calentamiento del cátodo, denominado "cátodo incandescente", estando la red generalmente a una temperatura ligeramente superior a la de los electrones libres. De esto resultan algunas limitaciones molestas, que se indicarán más adelante, y de las cuales permite librarse la invención.

El cátodo según la invención se caracteriza esencialmente porque tiene medios para someter los electrones libres existentes en el seno de un semi-conductor del tipo n a un campo eléctrico intenso que les comunica una energía suficiente para provocar la emisión.

En el cátodo según la invención, se puede decir que los electrones están "calientes", mientras que la red permanece fría. El cátodo frío según la invención está constituido esencialmente por un semiconductor en el cual la energía crítica E_c de producción de los pares electron-agujero es poco inferior, o superior, a la afinidad electrónica ϕ . De preferencia, se trata de una sustancia semiconductor elemental o compuesta de un metal monovalente, divalente o trivalente y de un metaloide de valencia 4, 5 ó 6.

De preferencia, el metal tiene un peso atómico superior a 70 (teniendo entonces los electrones del semiconductor correspondiente una movilidad elevada).

Entre los semiconductores utilizables para la realización de este cátodo, se pueden citar por ejemplo: Si, SbIn, In, As, In P, Ga As, Mg₂ Ge, Mg₂ Sn, Mg₂ Si, Cs₃ Sb, Na₃ Sb, no siendo esta lista limitativa.

Según un primer modo de realización, el cátodo según la invención comprende una lámina muy delgada de un semiconductor tal como se especifica más arriba, convenientemente "estimulado"



248096

para presentar a un grado suficiente el tipo n de conductibilidad, en contacto con dos electrodos conductores respectivamente fijados sobre los dos lados de dicha lámina y entre los cuales reina un campo eléctrico sensiblemente perpendicular a la superficie de dicha lámina.

Según un modo de realización más particular, uno de estos electrodos es una placa metálica provista de aletas u otros órganos de refrigeración destinados a mantener el semiconductor a la temperatura ambiente, y el otro es una rejilla metálica entre las mallas de la cual son emitidos electrones por el semiconductor.

La rejilla metálica puede ser sustituida todavía por un electrodo semi-transparente muy delgado (grosor del orden de 50 Å por ejemplo) constituido por una materia de afinidad electrónica muy pequeña (por ejemplo inferior a 2 ev).

Según un segundo modo de realización, el cátodo según la invención comprende una lámina muy delgada de un semiconductor, tal como se especifica más arriba y convenientemente "estimulado" para presentar en un grado suficiente el tipo n de conductibilidad, en contacto sobre una de sus caras con dos electrodos conductores constituidos por dos rejillas metálicas "interdigitales" entre las cuales reina un campo eléctrico paralelo a la superficie emisora.

La invención será mejor comprendida con ayuda de la descripción detallada que sigue y del dibujo anejo en el cual:

La fig. 1 representa esquemáticamente un cátodo conforme al primer modo de realización de la invención mencionado más arriba;

la fig. 2 representa esquemáticamente un cátodo conforme al segundo modo de realización.

248096



En la fig. 1, una lámina 1 constituida por uno de los
semiconductores enumerado más arriba, y que tiene una superfi-
cie de algunos milímetros cuadrados y un grosor del orden de
1/10 mm. por ejemplo, lleva sobre su cara superior una rejilla
5 metálica 2 unida a un conductor de llegada de corriente 3. La
rejilla 2 está constituida por ejemplo por níquel depositado
sobre el semiconductor por evaporación en vacío, obteniéndose
las mallas por fotografado.

Estas últimas son tan finas y tan transparentes como sea
10 posible, teniendo por ejemplo un lado de una decena de micras
(estos valores no son en modo alguno limitativos).

La lámina 1 está fijada por su cara inferior a un bloque
4 de algunas décimas de mm. de grosor por ejemplo, unido a un
conductor de llegada de corriente 5. El bloque 4 puede estar
15 provisto de aletas de refrigeración (no representadas) destina-
das a mantener la lámina 1 a la temperatura ambiente durante la
emisión electrónica.

Si se conecta entre los conductores 3,5 una fuente de ener-
gía eléctrica que permita aplicar una diferencia de potencial
20 del orden de una o varias centenas de voltios por ejemplo, en-
tre las dos caras de la lámina 1, y si se realiza un montaje
del tipo diodo, estando constituido el ánodo por ejemplo por
una hoja de tántalo puesta a un potencial del orden de una o
varias centenas de voltios y estando encerrado el conjunto en
25 un recinto en vacío, se observa una corriente muy intensa, por
ejemplo del orden de varias centenas de amperios por cm². Esta
corriente se puede mantener sin calentamiento notable del semi-
conductor. De preferencia, se impide además todo calentamiento
del semiconductor por una refrigeración apropiada, facilitada
30 eventualmente por la adición de aletas a la placa 4 como se ha

248096



indicado más arriba y, en cualquier caso, por el hecho de que esta última presenta una gran superficie. El fenómeno observado es pues netamente diferente del fenómeno de emisión de los cátodos incandescentes. Se puede explicar de la manera siguiente: los electrones libres existentes en el seno del semiconductor 1 son sometidos en las condiciones indicadas más arriba a un campo de varios kV/cm. En estas condiciones, adquieren una energía que corresponde a "temperaturas" electrónicas de varios millares de grados Kelvin, y pueden ser emitidos por el semiconductor a través de las mallas de la rejilla 2.

A consecuencia del mal acoplamiento térmico entre los electrones libres y la red semiconductor, esta última no se encuentra calentada notablemente. Se disponen las cosas, por lo demás, para que la resistencia térmica entre la red y el ambiente sea mucho menor que la resistencia térmica entre los electrones y la red: este resultado se obtiene en el ejemplo descrito por el electrodo macizo 1, como se ha indicado más arriba.

El cátodo de la invención presenta entre otras las siguientes ventajas:

1.- Duración de vida importante: se sabe que el funcionamiento a temperatura elevada de los cátodos clásicos es una causa de "envejecimiento"; es también una causa de "envenenamiento" por oxidaciones favorecidas por la temperatura elevada de la red. Estos inconvenientes se suprimen gracias al funcionamiento con red fría;

2.- Posibilidad de obtener un poder emisor muy elevado: en los cátodos clásicos, la emisión está limitada por el hecho de que un calentamiento excesivo amenaza con destruir la sustancia que constituye el cátodo. Esta limitación es suprimida por la invención;

248096



3.- Posibilidad de utilizar cuerpos tales como el silicio, que tienen un trabajo de salida muy elevado: a la temperatura a la cual podría emitir un cátodo de tipo clásico que estuviera constituido por silicio, el silicio se vaporizaría o fundiría.

5 4.- Posibilidad de utilizar cuerpos (tales como Cs_3 Sb) cuyo trabajo de salida es muy pequeño, pero que se vaporizan, funden o descomponen a temperatura poco elevada.

10 Esto es interesante en la realización de tubos de muy poco ruido, porque estos cuerpos serán emisores a una temperatura electrónica relativamente baja (por ejemplo 650 grados K), por lo que se produce una reducción de las fluctuaciones de velocidad electrónica.

15 La elección del semiconductor que constituye el cátodo según la invención se hace considerando las indicaciones dadas más arriba, las cuales tienen en cuenta las observaciones siguientes:

20 Se sabe que en un semiconductor los electrones muy rápidos son susceptibles de producir por colisiones pares electron-agujero. De esto resulta que tienden a perder su energía muy deprisa lo que limita el poder emisor.

25 Según uno de los principios de la invención se utilizarán semiconductores en los cuales la energía crítica E_c que deben poseer, como mínimo, los electrones, para producir pares electron-agujero es poco inferior, o superior, a la afinidad electrónica ϕ . En estas condiciones, es evidente que la producción de pares electron-agujero será despreciable, y que de esto no resultará limitación notable del poder emisor.

30 Ahora bien, se conoce la relación empírica siguiente entre la energía crítica en cuestión y la energía E_g de activación intrínseca del semiconductor (la cual corresponde a la an-



chura de la banda prohibida:

248096

$$E_C = 2 + \frac{E_g}{2}$$

Estas cantidades están expresadas en electrones-voltios. De esto resulta que una primera categoría de semiconductores utilizables según la invención estará constituida por los se-
5 miconductores cuya afinidad electrónica es a lo sumo igual a 2 electrones-voltios. Este es el caso en particular del Ba O, Ba Si, M₃ Sb (designando M un metal monovalente tal como el cesio).

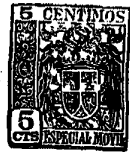
Una segunda categoría de semiconductores utilizables se-
10 gún la invención comprende los semiconductores cuya afinidad electrónica puede reducirse a un valor suficientemente pequeño por un tratamiento de superficie apropiado (consistente por ejemplo en la adsorción de un alcalino tal como el cesio: el silicio o el antimonio de indio, tratados de esta manera,
15 pueden servir para la realización cómoda de un cátodo según la invención).

Una tercera categoría de semiconductores utilizable según la invención comprende los semiconductores tales como Zn Se, ó Zn Te, con gran energía de activación intrínseca.

20 Agrupando estas tres categorías de semiconductores y teniendo en cuenta diversas consideraciones, especialmente la de que la movilidad ha de ser elevada, se obtienen finalmente los semiconductores definidos en el preámbulo de la presente invención. Es necesario evidentemente que estos semiconductores
25 presenten el tipo n de conductividad, lo que exige generalmente tratamientos apropiados bien conocidos.

Por ejemplo, en el caso del silicio, se le puede "estimular" a este efecto por introducción de litio que constituye una impureza "intersticial". El grado de conductividad n es

248096



elegido según la invención por compromiso, por una parte, entre el peligro de obtener por un "estímulo" intensivo una movilidad electrónica demasiado pequeña, lo que entraña la necesidad de aplicar un campo excesivamente intenso para provocar la emisión y, por otra parte, la necesidad de tener suficientes electrones libres para obtener una emisión intensa. De hecho, es preciso estimular enérgicamente el semiconductor, porque los electrones, una vez "calientes", son poco sensibles a las impurezas.

Después de las consideraciones generales que preceden relativas al funcionamiento del cátodo según la invención y a la elección del semiconductor, se hará referencia más precisamente en lo que sigue a los modos de realización ilustrados en las figuras.

En la fig. 1, el campo eléctrico que reina en el interior del semiconductor a consecuencia de la aplicación de una diferencia de potencial entre los electrodos 2 y 4, es perpendicular a la lámina 1: esta última constituye una superficie equipotencial, lo que permite la emisión de electrones homocinéticos a partir de los diversos puntos de la cara superior de la lámina 1 (resultado generalmente deseado en un tubo de vacío).

El cátodo de la fig. 2 tiene una lámina delgada de semiconductor 6 y dos rejillas conductoras "interdigitales" 7 y 8 en contacto con una de las caras de la lámina 6 y conectadas a una fuente de energía eléctrica por medio de los conductores 9 y 10.

Esta variante corresponde a un cátodo cuya superficie emisora no es equipotencial, lo que limita su aplicación (por ejemplo puede ser utilizada en ciertos tubos de pendiente variable o en los tubos de campos cruzados). Presenta por el contrario las siguientes ventajas:

248096



Siendo aplicado el campo paralelamente a la superficie del semiconductor, los electrones sólo son "termalizados" en la proximidad de la superficie, en una capa delgada de algunas micras de grosor por ejemplo, y salen muy rápidamente; además se evitan las pérdidas de rendimiento, especialmente por el efecto de los choques electrónicos con la red, que calientan esta última al precio de una caída de tensión en el semiconductor. La estructura "interdigital" permite obtener, entre dos "dedos" adyacentes pertenecientes respectivamente a las dos rejillas, un campo suficiente con una diferencia de potencial aceptable, realizando al mismo tiempo, por utilización de un número suficiente de dedos, un cátodo de superficie emisora notable.

Naturalmente, los modos de realización descritos más arriba no son en modo alguno limitativos.

Se señalará especialmente que el cátodo según la invención posee la propiedad notable siguiente, que permite considerar ciertas aplicaciones prácticas particulares:

se ha comprobado que es posible hacer funcionar el cátodo descrito más arriba (figura 1 ó figura 2) con densidades de corriente suficientemente elevadas para que, después de aplicación de un impulso de termalización único a los electrodos 2, 4 ó 6, 7 se prosiga la emisión sin tensión de termalización hasta que se interrumpe por supresión o reducción suficiente de la tensión anódica.

Se puede considerar entonces que el campo eléctrico de termalización es creado por la corriente electrónica intensa que atraviesa el semiconductor.

Se puede considerar, por consiguiente, realizar con un cátodo de este tipo tubos rectificadores o mutadores de fun-

248096



cionamiento análogo a los que se realizan actualmente con tubos de gas del tipo de mancha catódica: a priori, es posible señalar una ventaja muy importante del cátodo conforme a la invención en estas aplicaciones; esta ventaja consiste en su posibilidad de empleo a frecuencias elevadas, no viniendo a limitar su frecuencia de empleo ningún tiempo notable de desionización.

La invención prevé igualmente la realización, con el cátodo según la invención, de cualesquiera tubos actualmente realizados con tubos de cátodos incandescentes.

La densidad de la corriente de saturación del cátodo según la invención es, en efecto, tanto más elevada cuanto más impuro es el semiconductor. Esta densidad puede todavía ser regulada por regulación de la tensión de termalización. Es posible por consiguiente regular la densidad de corriente a valores tales que la emisión no baste ya a asegurar la auto-termalización del cátodo, que funciona entonces como un cátodo de incandescencia corriente.

Esta solicitud, que corresponde a la presentada en Francia el 24 de Marzo de 1958, bajo el Núm. P.V. 761.317, se acoge a los beneficios del artículo 51 del vigente Estatuto sobre Propiedad Industrial.

N O T A

Los puntos de invención propia y nueva que se presentan para que sean objeto de esta Patente de Invención en España, por VEINTE años, son los siguientes:

1ª. - Mejoras introducidas en la fabricación de cátodos fríos que comprenden una masa de un semiconductor que contiene

248096



impurezas y medios de crear un campo eléctrico en el seno del semiconductor para que emita electrones a través de una superficie emisora.

5 2º. - Mejoras conforme a la reivindicación 1, según las cuales dicho semiconductor contiene electrones libres que son calentados por dicho campo mientras que la red cristalina permanece fría.

10 3º. - Mejoras conforme a la reivindicación 1, según las cuales la relación entre la energía crítica de formación de los pares electrones-agujeros en el semiconductor y la afinidad electrónica es como mínimo sensiblemente igual a 1.

15 4º. - Mejoras conforme a la reivindicación 1, según las cuales dicha masa semiconductoras tiene la forma de una placa provista de dos electrodos metálicos a los cuales se aplica una diferencia de potencial para crear dicho campo.

5º. - Mejoras conforme a la reivindicación 4, según las cuales uno de dichos electrodos es una rejilla aplicada sobre una de las caras del cuerpo semiconductor, y el otro un bloque metálico aplicado sobre la otra cara.

20 6º. - Mejoras conforme a la reivindicación 5, según las cuales dicho bloque metálico tiene una estructura apropiada para servir de órgano de refrigeración del cátodo.

25 7º. - Mejoras conforme a la reivindicación 4, según las cuales los dos electrodos constituyen una estructura interdígital en contacto con una cara del cuerpo semiconductor.

8º. - Mejoras introducidas en la fabricación de cátodos



248096

fríos.

Tal y como se ha descrito en la Memoria que antecede, representado en el dibujo que se acompaña y con los fines que se han especificado.

5 Esta Memoria consta de doce hojas escritas por una sola cara.

Madrid,

F. A.
[Handwritten signature]

DG/.

248096

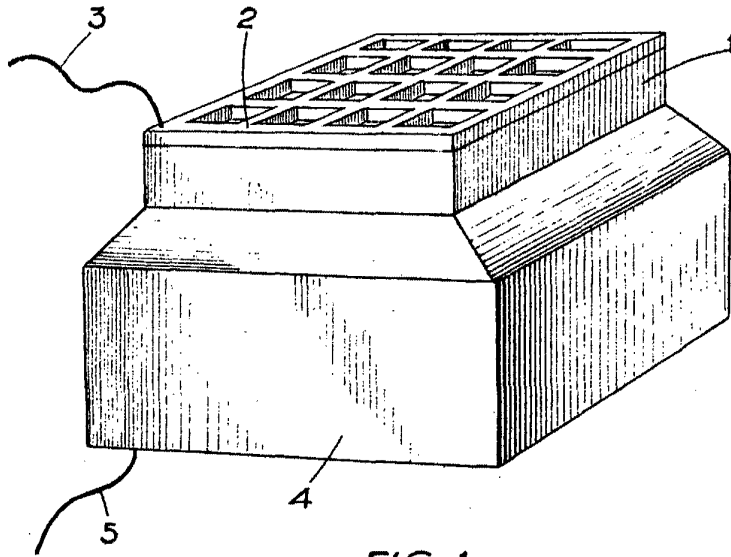


FIG. 1

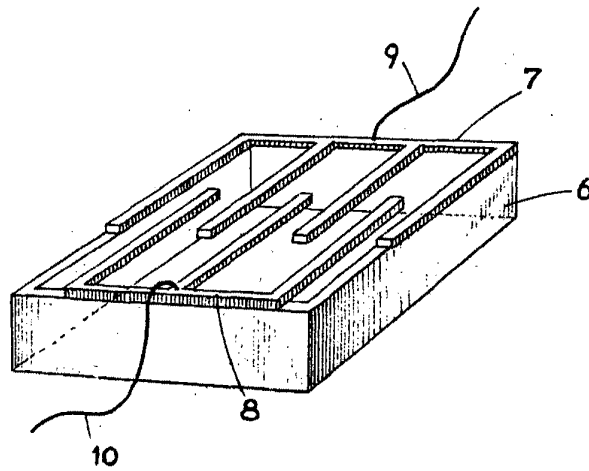


FIG. 2

[Handwritten signature]
G. G. G. G. G.
Paris