

289752
6 JUL. 1963

P.- 24.701

PH 17.808



289752

MEMORIA DESCRIPTIVA

para solicitar

P A T E N T E D E I N V E N C I O N

e n

E S P A Ñ A

por VEINTE años

a nombre de N.V. PHILIPS' GLOEIIAMPENFABRIEKEN, entidad holandesa, establecida en ~~Am~~masingel 29, Eindhoven, Holanda, por:

"DISPOSITIVO CRIOTRON"

=====

La invención se refiere a un criotrón, lo que designa un dispositivo que comprende dos conductores dispuestos uno en la proximidad del otro, esto es, un conductor de control y un conductor controlable o conductor de compuesto, que consiste de un material super-conductor que, en los dispositivos conocidos, en general, no es el mismo para ambos conductores.

Es conocida una estructura en que dichos conductores se extienden paralelamente uno con el otro.

El funcionamiento de los criotrones se basa, como



6

es debido, en el hecho que un material super-conductor es normalmente super-conductor a una temperatura inferior a la temperatura critica, lo que significa que tiene una resistencia cero y que se vuelve "normalmente" conductor bajo la acción de un campo magnético, cuya intensidad excede un valor crítico determinado N_c , lo que significa que tiene una conductividad finita.

Otras propiedades de los super-conductores en los estados super-conductivos son que una corriente puede circular en ellos solamente en una capa extremadamente delgada (profundidad de penetración) a lo largo de la superficie, lo que significa que se produce un efecto de "película" y que un campo magnético no puede penetrar en él con la excepción de la capa delgada superficial. Esta última propiedad resulta por ejemplo, en que si el cuerpo super-conductor es introducido en un campo magnético, cuya intensidad es menor que la intensidad crítica de campo, las líneas magnéticas de fuerza se tuercen, de modo que se cambia la forma del campo.

Con un criotrón, el conductor de compuerta puede ser vuelto normalmente conductor bajo la acción de un campo magnético que es producido por una corriente en el conductor de control. Por otro lado, el conductor de compuerta puede ser vuelto normalmente conductor por el campo magnético que es producido por una corriente a través del mismo conductor sobre su superficie, lo que es generalmente indeseable. La corriente requerida a través del conductor de control a fin de volver normalmente conductor al conductor de compuerta depende de la corriente que pasa a través del conductor de compuerta mismo, esto es,

289752



por ejemplo, se requerirá una corriente baja a través del conductor de control cuando la corriente a través del conductor de compuerta es solamente un poco menor que la corriente crítica, dado que los campos magnéticos se refuerzan entre sí, mientras se requiere una corriente comparativamente elevada a través del conductor de control, cuando no circula corriente a través del conductor de compuerta. La corriente requerida a través del conductor de control para volver normalmente conductor al conductor de compuerta, si no pasa corriente a través de este último, será llamada a continuación "corriente de conmutación". La relación entre la corriente crítica a través del conductor de compuerta y la corriente de conmutación es llamada factor de amplificación.

15 Un criotrón puede ser comparado con un relevador, correspondiendo el conductor de control al devanado del revelado y el conductor de compuerta, cuya resistencia puede ser cambiada bajo la acción de una corriente a través el conductor de control desde un valor cero a un valor finito, se parece a un contacto de relevador. Si-
20 milarmente a los relevadores, los criotrones pueden controlarse entre sí, por ejemplo, por el hecho que el conductor de compuerta de un primer criotrón está conectado en serie con el conductor de control de un segundo criotrón de modo que la corriente que pasa a través de la combinación serie y conmutada, por así decir, a través del
25 conductor de compuerta, vuelve normalmente conductor al conductor de compuerta del mismo a través del conductor de control del segundo criotrón y por lo tanto, sin
30 pérdidas de energía. Si en lo demás los criotrones tie-



nen las mismas propiedades, el factor de amplificación debe exceder de 1, preferentemente debe ser tan elevado como sea posible, dado que la corriente a través de la combinación serie debe ser menor que la corriente crítica del conductor de compuerta pero debe exceder la corriente de conmutación a través del conductor de control.

En los criotrones conocidos, pero esto puede ser cumplido solamente con dificultad dado que, en general, la intensidad de campo en la superficie de un conductor atravesado por corriente es mayor que a una distancia determinada de la misma. Se han hecho esfuerzos para resolver este problema proveyendo una asociación mayor del conductor de compuerta que para el conductor de control, de modo que la corriente a través del conductor de compuerta es distribuida sobre un área mayor, y la densidad de corriente es menor. A fin de evitar que el conductor de control mismo se volviera normalmente conductor debido a la corriente de conmutación el conductor de control es hecho de un material diferente del conductor de compuerta, por ejemplo, el conductor de compuerta es hecho de estaño y el conductor de control de plomo. Desde el punto de vista estructural esto es una importante desventaja del dispositivo conocido, dado que los dos conductores no pueden ser hechos en la misma operación: comunmente ellos son fabricados mediante aplicación por vaporización. Otra desventaja consiste en que los factores de amplificación obtenidos son comparativamente bajos, de modo que el ajuste de la corriente es crítico. La corriente debe ser mayor

289752



que la corriente de conmutación mínima del conductor de control y menor que la corriente crítica del conductor de compuerta. Si además ocurre una determinada tolerancia en las propiedades de los diferentes criotrones, surgen dificultades.

5

Es conocido que el factor de amplificación puede ser aumentado arrollando el conductor de control en la forma de una bobina a través del conductor de compuerta, de modo que con la misma corriente a través del conductor de control es producido un campo magnético más intenso. Sin embargo, esta medida afecta muy adversamente la velocidad de conmutación.

10

La velocidad de conmutación depende de la relación L/R , esto es, la relación entre la inductancia y la resistencia. Por lo tanto, es importante hacer la inductancia tan baja como sea posible y la resistencia del conductor de compuerta, en el estado normalmente conductor, tan alta como sea posible. Aunque la resistencia en el estado normalmente conductor es finita y en el estado superconductor es cero, de modo que la relación entre ellas es infinita, el valor de la primera resistencia mencionada en sentido absoluto es aún comparativamente bajo.

15

A fin de volver la resistencia tan alta como sea posible con vistas a la velocidad de conmutación, es conocido, construir los conductores en la forma de una capa muy delgada de un grosor de aproximadamente 10^{-5} cm. En una estructura conocida los conductores se cruzan entre sí perpendicularmente, siendo paralelas entre sí las superficies de las películas delgadas. Se ha encontrado que este dispositivo no permite obtener velocidades de conmu-

25

30

289752



tación muy elevadas, dado que la resistencia del conductor de compuerta no puede ser elevada a un valor bastante alto. Por un lado ésto se debe al hecho que el conductor de compuerta se vuelva conductor solamente en la proximidad inmediata de los cruces bajo la influencia de una corriente de conmutación en el conductor de control, esto es, en la proximidad del conductor de control. Sin embargo, si se hacen esfuerzos para elevar la resistencia proveyendo una capa más delgada, se ha encontrado que la resistencia se vuelve mas alta, es cierto, pero que se requiere una corriente de conmutación más elevada en el conductor de control a fin de volver normalmente conductor al conductor de compuerta de modo que el factor de amplificación disminuye. Se ha encontrado que el mismo efecto se produce también en un dispositivo en que los conductores de películas delgadas son paralelos entre sí y las películas son apiladas con una capa intermedia delgada.

La invención se basa en el reconocimiento del hecho que ésto se debe a que la dirección de las líneas magnéticas o fuerzas producidas por una corriente en el conductor de control es substancialmente paralelo al plano del conductor de control, en que ella producen corrientes tales que las líneas de fuerza son mantenidas en el exterior del conductor de compuerta.

La invención provee un criotrón que permite lograr una elevada velocidad de conmutación, esto es, que tiene una reacción L/R grande, mientras que el factor de amplificación es aún muy elevado, por ejemplo, del orden de 10.

En el criotrón de acuerdo con la invención el con-

289752



ductor de compuerte y el conductor de control son paralelos entre sí y el conductor de compuerta está formado, al menos, por una capa delgada.

De acuerdo con la invención el grosor de dicha capa es menor que el doble de la profundidad de penetración del material super-conductor, estando orientada, la capa con respecto al otro conductor (conductor de control) de modo que las líneas de fuerza del campo magnético producido por una corriente en el conductor de control con al menos substancialmente perpendiculares al plano del conductor de compuerta.

La profundidad de penetración de la corriente de un material super-conductor designa la distancia desde la superficie en que la densidad de corriente es igual a e^{-1} veces la densidad de corriente en la superficie en que $e =$ la base del logaritmo natural.

La invención será descrita más detalladamente con referencia al dibujo.

La figura 1 es una vista en corte transversal de una estructura de criotrón conocida y la figura 2 es una vista en corte transversal de un criotrón de acuerdo con la invención, en ambos casos perpendicularmente a la dirección de la corriente, esto es, la dirección longitudinal de los conductores, y la figura 3 ilustra un diagrama.

En el dispositivo mostrado en las figuras 1 y 2 tanto el conductor de compuerta 1 como el conductor de control 2 están formados por capas delgadas de material super-conductor y los conductores son paralelos entre sí y perpendiculares al plano del dibujo.

En el dispositivo conocido mostrado en la figura 1 los



6

conductores 1 y 2 están dispuestos sobre una capa intermedia 3, de modo que la distancia entre los conductores es muy pequeña. Dado que, como es sabido, el campo magnético producido por una corriente en un conductor asume el valor más elevado en la superficie del conductor, el ancho del conductor de control 2 es este dispositivo debe ser menor que el del conductor de compuerta 1, de modo que son la misma corriente a través de los conductores de densidad de corriente en el conductor de control 2 y el campo magnético en la superficie del conductor de compuerta es más débil que el campo producido por la corriente en el conductor de control 2, aunque el último está a una distancia determinada del conductor de compuerta. A fin de asegurar que, a pesar de la densidad de corriente más elevada en el conductor de control 2, el último no se vuelva normalmente conductor, el conductor de control 2 debe ser hecho de un material magnéticamente "más duro" que el conductor de compuerta 1; el conductor de control puede ser hecho de plomo y el conductor de compuerta de estaño.

En el diagrama de la figura 3 la corriente I_g en el conductor de compuerta 1 está trazada sobre la ordenada y la corriente I_c en el control de control 2 está trazada sobre la abscisa. La curva a muestra la relación entre las dos corrientes para volver al conductor de compuerta, justamente, normalmente conductor con un grosor dado de los conductores. Si no pasa corriente a través del conductor de control 2, el conductor de compuerta 1 se vuelve normalmente conductor con la intensidad de corriente crítica I_{g0} . Si una corriente I_{g1} pasa a través del conductor

233752



de compuerta, se requiere según si las corrientes en los
dos conductores son iguales u opuestas entre sí en sus
sentidos, una corriente I_{cl} e I'_{cl} en el conductor de con-
trol, respectivamente, para conmutar al conductor de com-
puerta. La forma asimétrica de la curva a se debe al he-
cho que en el primer caso los campos parciales de las co-
rrientes se compensan entre sí y en el otro caso se refuer-
zan entre sí. Si el conductor de compuerta 1 no tiene co-
rriente, una corriente I_{co} debe pasar a través del con-
ductor de control a fin de volver normalmente conductor
al conductor de compuerta, correspondiente dicha corrien-
te I_{co} consecuentemente a la corriente de conmutación.
La relación I_{go}/I_{co} es el factor de amplificación, que
no es mucho mayor de 1 en este caso. Si el conductor
de compuerta es hecho más delgado, se obtiene la curva
b. lo que significa que la corriente crítica del con-
ductor de compuerta disminuye, mientras que aumenta la
corriente de conmutación, de modo que disminuye el fac-
tor de amplificación. Con respecto a ésto, el grosor de
la capa del conductor de compuerta no puede ser disminu-
do a voluntad.

La figura 2 muestra una realización de un criotrón
de acuerdo con la invención. El conductor de compuerta
1 y el conductor de control 2 están dispuestos uno junto
al otro en un plano sobre un soporte 4, que puede consistir
de cuarzo. La distancia entre los centros de los conductores
es mucho mayor que con la disposición mostrada en la figura
1, de modo que podría esperarse que el factor de amplifi-
cación fuera mucho menor. Sin embargo, se encontró sor-
prendentemente que es cierto lo contrario.

289752



En una realización determinada el grosor de los conductores era 400 Å, el ancho del conductor de compuerta 1 era de 80 micrones, el ancho del conductor de control 2 era de 20 micrones y la distancia entre los conductores era de 25 micrones, estando hechos los dos conductores de estaño. Se encontró que el factor de amplificación era 9 o mayor y se encontró que la constante de tiempo L/R era menor que 10^{-9} seg.

Como se muestra en la figura 2, las líneas magnéticas de fuerza 5 que son producidas por una corriente en el conductor de control 2, son, en el lugar del conductor de control, perpendiculares a la superficie de la capa. Dado que la capa es extremadamente delgada, dichos líneas de fuerza penetran, aún en el estado superconductor, en gran parte, a través de la capa.

En tal constelación la curva límite c (figura 3) muestra una forma que difiere ligeramente de las de las curvas a y b. Con las curvas a y b en el dispositivo de la figura 1 el campo magnético crítico es producido en la superficie del conductor de compuerta, es decir, como una superposición de los campos parciales producidos por la corriente en los dos conductores de modo que en general, con un pequeño aumento de la corriente del conductor de compuerta la corriente del conductor de control debe ser ligeramente elevada a fin de volver normalmente conductor al conductor de compuerta. En la curva c, sin embargo, es encontrado una transmisión aguda. Con una corriente de control menor que I_{c2} , la corriente de compuerta debe tener el valor crítico I_{g2} . Si la corriente de compuerta I_g es menor que I_{g2} , la compuerta se vuelve normalmente



conductora, cuando aumenta la corriente de control I_c , tan pronto como se sobrepasa el valor I_{c2} . lo que ocurre de manera substancialmente independiente del valor de la corriente de compuerta I_g . Este hecho y el hecho que la curva ρ sea simétrica en relación al eje vertical son una indicación de que el campo critico del conductor de compuerta es producido solamente por la corriente de control. Cuando el valor I_{c2} es sobrepasado, las líneas de fuerza perpendicularmente a la superficie del conductor de compuerta se interrumpen, por así decir, abruptamente a través de la capa delgada.

En el dispositivo mostrado en la figura 2, el conductor de control 2 es más angosto que el conductor de compuerta 1. Esto no es necesario por sí mismo en este caso, como ocurre con el dispositivo mostrado en la figura 1. Si los conductores tiene el mismo ancho, el factor de amplificación es aún comparativamente elevado, por ejemplo, aproximadamente 2. La reducción del ancho del conductor de control, sin embargo, tiene la ventaja que el punto de gravedad de la corriente de control puede estar más cerca del conductor de compuerta, de modo que el factor de amplificación es más elevado.

Como se ha establecido precedentemente, los dos conductores del dispositivo mostrado en la figura 2, en principio, pueden estar hechos del mismo material. Esto es estructuralmente ventajoso, dado que los conductores pueden ser fabricados en una operación única con la ayuda de una plantilla.

Si fuera deseable, el conductor de control puede tener un grosor mayor que el conductor de compuerta y estar



formado por un alambre delgado.

Esta solicitud que corresponde a la presentada en Holanda con fecha 9 de julio de 1962, bajo el número 280.719, se acoge a los beneficios del artículo 51 del vigente Estatuto sobre Propiedad Industrial.

- N O T A -

10

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

15

1ª. - Dispositivo criotrón que comprende dos conductores paralelos de material super-conductor, al menos uno de los cuales (el conductor de compuerta) consiste de una capa delgada, caracterizado porque el grosor de la capa es menor que el doble de la profundidad de penetración de corriente del material super-conductor y la capa está orientada con respecto al otro conductor (conductor de control) de modo que las líneas de fuerza del campo magnético producido por una corriente en el conductor de control son al menos substancialmente perpendiculares a la superficie del conductor de compuerta.

20

25

2ª. - Dispositivo criotrón de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado porque los dos conductores consisten de una capa delgada, estando ubicadas dichas capas en el mismo plano.

30

3ª. - Dispositivo criotrón de acuerdo con la reivin-

289752

289752



dicación 2, caracterizado porque el conductor de control es más angosto que el conductor de compuerta.

4º. - Dispositivo criotrón de acuerdo con las reivindicaciones 2 o 3, caracterizado porque los dos conductores están hechos del mismo material.

5º. - Dispositivo criotrón.

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.

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

Madrid,

6 JUL. 1963

P.A.

Ministerio de Educación
y Ciencia

MIG/

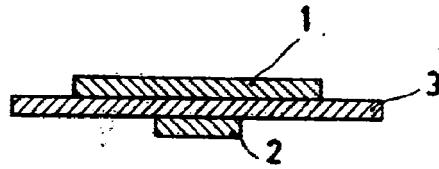


FIG. 1

289752

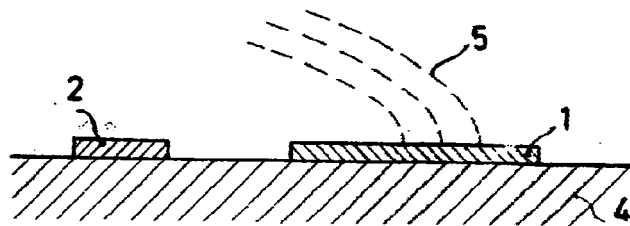


FIG. 2

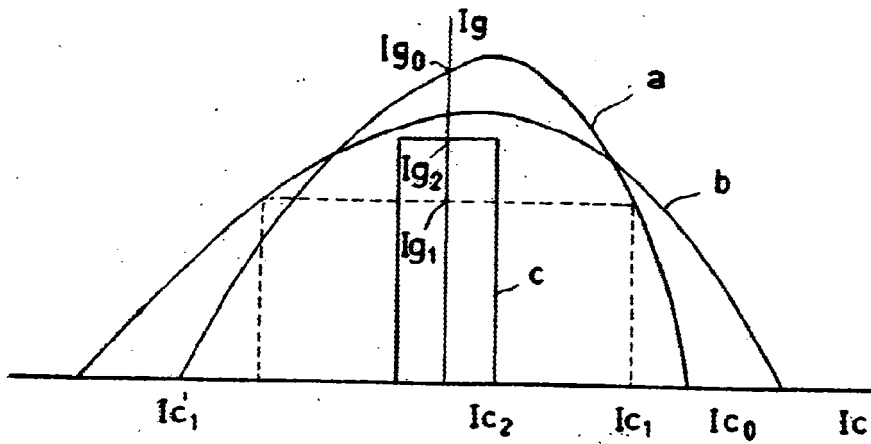


FIG. 3

Liberty de Estudios
Por Peticion