



338980

memoria descriptiva

CLASE DE REGISTRO PATENTE DE INVENCION, por veinte años en España

NOMBRE Y NACIONALIDAD DEL SOLICITANTE GENERAL ELECTRIC COMPANY
- sociedad EE. UU. -

RESIDENCIA Y DOMICILIO New York 10016, N. Y. (EE. UU.)
159, Madison Avenue

OBJETO " DISPOSITIVO DE TERMISTOR "

PRIORIDAD: Solicitud patente EE. UU. No. 543.649 del día 19 de Abril de 1966.

INVENTORES: D. Peter Jacob Gielisse, y D. Manfred Doser;
ambos de nacionalidad norteamericana.



338980

1

Este invento se refiere a un dispositivo de termistor, que presenta un coeficiente de resistividad a través de un alcance útil continuo de temperatura, que excede considerablemente de cualquier dispositivo de termistor conocido al presente, en el que un cristal simple de diamante es el material de resistencia.

5

10

15

20

25

Los termistores, o resistores térmicamente sensibles, son bien conocidos. Están preparados desde una variedad de materiales semi-conductores, policristalinos o de cristal simple, óxidos metálicos usualmente comprimidos, todos los cuales exponen de una manera u otra una variación de resistencia con un aumento de temperatura en el sentido negativo, o en algunos casos en el sentido positivo. Los intentos anteriores se han hecho para utilizar en termistores el diamante semi-conductor que se presenta naturalmente. Véase por ejemplo, Rodgers, G.B. y Raal, F.A., Rev. Sci. Instr. Vol 31, página 663 (1960). Sin embargo, el abastecimiento de tales diamantes, que se presentan naturalmente, cuyas propiedades semi-conductoras están fijadas para todos los fines prácticos, es extremadamente limitado y reduce enérgicamente su utilidad comercial en dispositivos de termistor. Además, y más significativamente, el diamante de yacimiento natural, nunca ha demostrado características de termistor útiles por encima de un alcance de temperatura materialmente mayor que los termistores conocidos. No existe ningún dispositivo sencillo de termistor disponible al presente, que funcione por encima de un alcance continuo de temperatura mayor que alrededor de 450°C.



6

- 2.-

338980

1

5

10

15

20

25

El presente invento procura un dispositivo de termistor único, capaz de extender hasta 2 a 3 veces el alcance efectivo de acción termal de los termistores. Es capaz de funcionamiento continuo a temperaturas, que van desde la criogénica, es decir aproximadamente 10°K, hasta temperaturas tan altas o posiblemente más altas que 800°C o sobre un alcance total tan grande como 1000°C, o bien, en algunos casos, aun mayor. Es una característica del presente invento que la resistividad es casi una función lineal de temperatura sobre porciones considerables de sus alcances operativos.

Se ha descubierto que las ventajas del presente invento pueden conseguirse en un termistor, que posee un coeficiente de temperatura negativo de resistividad, cuyo elemento tanteador está hecho de un cristal simple de diamante semi-conductor, sintéticamente producido, que es cultivado bajo condiciones cuidadosamente controladas, y en que se introducen en el cristal patrón muy pequeñas proporciones de un material iniciador. La resistividad de los cristales puede variar desde tan baja como 10^{-2} ohmios cm. hasta tan alta como 10^{13} ohmios cm. Un cristal de diamante simple semi-conductor típicamente varía alrededor de 500.000 ohmios por encima del alcance de temperatura operante de los presentes termistores. Los termistores son capaces de operación por encima de un alcance de temperatura desde aproximadamente menos 260°C hasta tan alto como 800°C y por encima. Este resultado es particularmente desusado



6

338980

- 3.-

1
5
10
15
20
25

en vista del hecho de que el diamante semi-conductor de yacimiento natural, conocido como tipo IIb, hasta ahora ha presentado una temperatura máxima de funcionamiento de alrededor de 350°C. Los termistores del presente invento poseen coeficientes de temperatura de resistividad, comercialmente útiles, que representan en tanto por ciento de variación de resistividad por grado C, sobre un intervalo de temperatura de por lo menos 500°C, hasta en algunos casos, en exceso de 1000°C. Un coeficiente de temperatura de resistividad, comercialmente útil es generalmente mayor que 0,05% y en la mayoría de los casos mayor que 0,1%. Hasta donde es conocido, ninguna característica de termistor de esta magnitud se ha producido jamás anteriormente a partir de ningún material semi-conductor disponible.

El invento se comprenderá mejor por la siguiente descripción tomada en conexión con el dibujo adjunto en que en los dibujos:

la fig. 1 es una vista en sección transversal de un dispositivo de termistor del invento;

la fig. 2 ilustra el cambio de resistividad R del diamante (dn) del tipo IIb de presencia natural en comparación con el diamante (ds) semi-conductor representativo del invento a través de un alcance de temperatura T de aproximadamente 1000°C; y

la fig. 3 es una vista en sección transversal de un típico recipiente de reacción usado para preparar diamante semi-conductor de cristal simple según el invento.



[6]

338980

- 4. -

1

En su forma preferida, el termistor según el invento, comprende un diamante de cristal simple, semi-conductor, dos "cabezales" conductores unidos a superficies opuestas del cristal simple, dos conductores eléctricamente conductivos unidos a los cabezales y una envuelta resistente al calor rodeando y cerrando el elemento de resistencia y los conductores. Uno de estos termistores está ilustrado en la fig. 1, en que un diamante 1, de forma sustancialmente cúbica, está unido a través de superficies opuestas del mismo por material de trabazón 2, a cabezales 3, 3'. Los cabezales están a su vez soldados a conductores 4, 4' eléctricamente conductivos. El diamante 1 y los cabezales 3, 3' están encajados en una envuelta 5 de vidrio resistente a alta temperatura, que también cierra herméticamente una atmósfera 6 no oxidante para el diamante 1. Una envoltura 7 exterior refractaria que puede ser un refractario tal como el vendido bajo la marca Pyroceram, envuelve todo el conjunto. El dispositivo de termistor mostrado en la fig. 1 está grandemente aumentado para mayor claridad. Normalmente, un lado de diamante 1 en forma de cubo variará de 250 a 300 micras de tamaño.

El material de cabezal que, por ejemplo, puede ser el metal molibdeno o tungsteno, disipa efectivamente el calor y como tal actúa como sumidero de calor durante el funcionamiento del termistor en ciertas aplicaciones. El molibdeno o tungsteno se une bastante eficazmente con el vidrio o con otra envoltura refractaria, en que el termistor esté

25



6 AB

338980

- 5.-

1 encerrado y procura un ajuste entre el coeficiente de expansión del conductor metálico y del vidrio de tal manera que obtiene un cierre hermético satisfactorio y se mantiene sobre todo el alcance de las temperaturas cooperativas propuestas.

5 La elección del material de trabazón en el termistor es crítica. Tiene que producir contactos óhmicos, tiene que poseer las propiedades características de expansión y, naturalmente tienen que realizar la muy difícil misión de unir el diamante con el resto del conjunto. La

10 unión entre el diamante y el conductor eléctricamente conductor, o si se usa un cabezal, la unión entre el diamante y el material del cabezal, tienen que procurar un contacto óhmico o no rectificador a través de toda la superficie de

15 unión del diamante. El material de trabazón deberá tener un coeficiente de expansión igual o mayor que el diamante y que el material refractario en que está encajado el termistor. Esto se debe porque casi todo el material refractario tiene un mayor coeficiente de expansión que el diamante.

20 Si el material de trabazón tuviera un coeficiente de expansión más bajo que el diamante o que el material refractario, entonces a temperaturas elevadas habría una pérdida de contacto eléctrico o por lo menos una conducta electrónica errática no característica del elemento tanteador, sino

25 más bien de los fenómenos de contacto resultantes. El material de trabazón, por lo tanto, compensa en cierta extensión la aguda diferencia en coeficiente de expansión entre el



[6

- 6.-

338980

1

diamante y el vidrio u otro material, del que esté hecha la envoltura. Se ha encontrado que ciertas aleaciones de paladio son particularmente eficaces para unir los cristales a los conductores.

5

10

15

20

25

En su forma preferida los cristales de diamante son prismas rectangulares, o incluso más preferentemente, tienen forma cúbica sustancialmente. Tales formas procuran dos superficies planas paralelas opuestas, a las que están unidos los conductores eléctricamente conductivos. Esta configuración facilita la producción y procura la reproductibilidad y rendimientos comercialmente aceptables. La síntesis de los cristales de diamante según el invento necesariamente requiere control muy preciso de las condiciones de crecimiento, no solo a causa de los anteriores requisitos de forma, sino porque comprende la introducción de cantidades homogéneamente distribuidas, muy pequeñas pero precisas, del así llamado iniciador, dentro del cristal patrón, mientras que el cristal mismo se produce bajo condiciones de extremada alta presión y temperatura. Con el fin de obtener el control preciso sobre el nivel y uniformidad del iniciador en el cristal de diamante, especialmente a los bajos niveles requeridos para producir productos de termistor comercialmente aceptables, los cristales deberán hacerse crecer de un modo relativamente lento. Las condiciones de crecimiento de diamante, que se han encontrado que producen cristales de forma óptima y contenido de iniciador para los fines del invento, comprenden una presión desde alrededor de 45 hasta alre-



[6]

338980

- 7. -

1
dedor de 60 kilobares y una temperatura desde alrededor de
1.100 hasta alrededor de 1.700°C, en presencia de un mate-
rial iniciador homogéneamente mezclado con un catalizador
para crecimiento de diamantes. Naturalmente se reconocerá
5 que la elección de una presión y de una temperatura es de-
pendiente del catalizador e iniciador específicos utiliza-
dos, del nivel requerido de iniciación, de la forma desea-
da del cristal de diamante y del grado, en el que se requie-
ren propiedades reproducibles para los dispositivos de ter-
10 mistor. Generalmente el procedimiento de introducir un ma-
terial iniciador tal como boro en el diamante durante el
crecimiento del diamante, se muestra, por ejemplo, en la
patente de EE. UU. Nº 3.148.161 de Wentorf y otros, que se
concedió el 8 de Septiembre de 1964. La exposición de esta
15 patente se incorpora aquí como referencia.

Los iniciadores, que pueden utilizarse para pre-
parar los cristales de diamante del invento, pueden ser,
por ejemplo, boro, aluminio y berilio. La cantidad de ini-
ciador variará originalmente desde alrededor de 0,001% has-
20 ta alrededor de 1,0% de peso del diamante. Estos límites
variarán dentro de este alcance para un iniciador específi-
co y también dependerán de las características electrónicas
deseadas. La cantidad de iniciador de boro en diamante,
por ejemplo, deberá ser desde 0,001% hasta alrededor de
25 0,15% de peso. El origen del material iniciador es prefe-
rentemente un iniciador de alta pureza en su forma elemen-
tal.



338980

1

Con el fin de obtener características de termistor satisfactorias, el iniciador tiene que estar homogéneamente dispersado a través del cristal de diamante. Para obtener tal nivel uniforme de iniciador, es esencial que el iniciador sea dispersado homogéneamente a través del sistema de crecimiento. Esto se hace preferentemente mezclando de modo homogéneo el iniciador con el catalizador. Si esta dispersión homogénea a través del sistema de crecimiento no se alcanzase, el nivel de iniciador en los cristales producidos en el procedimiento de crecimiento diferirá de cristal en cristal y dentro de cada cristal, y como resultado no se obtendrán características consistentes de temperatura-resistividad. Por las razones precedentes se prefiere que el iniciador se introduzca durante el crecimiento del cristal.

5

10

15

Después de preparar los cristales simples semiconductores, los cristales, así como los restantes componentes del conjunto de termistor, se limpian, se unen los conductores a las dos caras de los cristales para producir contactos óhmicos, y los cristales y conductores se encapsulan en una envuelta refractaria en una atmósfera no oxidante. El material refractario deberá tener una temperatura mecánica de trabajo por encima de la temperatura operativa máxima propuesta del termistor, preferentemente por encima de 800°C. La temperatura mecánica de trabajo en el caso de vidrio está representada por su punto de carga.

20

25

Se ha encontrado preferible encapsular el cristal y la porción inmediatamente adyacente de los conductores en



338980

- 9.-

1

la envuelta refractaria, tal como vidrio, para impedir oxidación que pudiera ocurrir en el material de trabazón para el cristal y en la zona de soldadura entre el cabezal y el conductor, si se usa un cabezal. La envuelta también sirve para conferir estabilidad mecánica y para evitar la oxidación del cristal.

5

10

Más específicamente, el proceso del montaje del termistor se realiza como sigue. Todos los componentes del termistor en conjunto primeramente se limpian con cuidado químicamente para quitar catalizador u otra impureza de la superficie del diamante. Tal limpieza es necesaria, tanto con el fin de obtener una unión mecánica satisfactoria con el cristal en el dispositivo del termistor, como también para obtener las necesarias características eléctricas estables y reproducibles en el termistor. Esto puede realizarse por una limpieza inicial del diamante con un fuerte ácido, volviendo a limpiar el cristal y limpiando los restantes componentes del termistor con disolventes adecuados para eliminar la grasa y secar.

15

20

Después de la limpieza, el conductor puede ser sujetado directamente a la superficie del cristal por una variedad de técnicas de enlace, tales como aleación, unión de difusión, compresión termal, soldadura ultrasónica o unión por cabeza de clavo. Si se usa un cabezal, el material de trabazón puede ser primero depositado sobre el cabezal por evaporación, en la forma de una pasta o colocando un disco de aleación preformado sobre el cabezal e inflamando en una

25



338980

- 10.-

1

atmósfera no oxidante. Son aleaciones adecuadas para unir y poner en contacto el cristal, oro-níquel-cromo, hierro-cobalto-níquel vendidas bajo la marca Kovar, paladio-níquel y paladio-níquel-cromo. Estas últimas aleaciones de paladio son materiales de trabazón preferidos para el invento.

5

Materiales adecuados, de los que pueden hacerse los mismos conductores eléctricos, son tungsteno, molibdeno o Kovar.

10

Los componentes del termistor, incluyendo el cristal de diamante, el cabezal conteniendo el material de trabazón depositado, los conductores y un tubo de vidrio para encapsulación, se colocan después en una estación fundidora para la reunión. El cristal usado para encapsulación tiene que ser un cristal resistente a alta temperatura, tal como el cristal de Corning de aluminio-silicato 1723 ó equivalente.

15

La estación fundidora deberá ser purgada de modo que los componentes del termistor se cierren herméticamente en una atmósfera que no es oxidante. Esta atmósfera tiene que ser un gas inerte tal como argón, helio o nitrógeno, una atmósfera al vacío o una atmósfera reductora tal como hidrógeno o gas de formación. Los gases deberán estar preferentemente liberados de oxígeno y de humedad para conseguir un

20

punto de rocío de menos de -73°C . Una presión desde 5 a 3.500 p.s.i.g. se aplica después a los extremos de los conductores mientras que los lados de los conductores son soportados si fuera necesario, dependiendo la presión específica del material de trabazón usado. Los componentes se calientan después hasta alrededor de 900° a $1,200^{\circ}\text{C}$ para cerrar el termistor y unir los componentes en un dispositivo compuesto.

25



6

338980

- 11.-

1

Finalmente el conjunto compuesto puede ser ulteriormente encapsulado en un material refractario de alta temperatura para proteger los extremos de los cabezales de excesiva oxidación durante el funcionamiento del termistor a temperatura elevada. Un material adecuado para encapsular todo el conjunto es el vendido bajo la marca Pyrocera-
5 Sin embargo, cualquier vidrio capaz de resistir el alcance de temperatura de funcionamiento de los termistores, puede ser utilizado.

10

Los siguientes ejemplos ilustran la puesta en práctica del invento. Un aparato de correa del tipo descrito en la antes mencionada patente de EE. UU. Nº 3.148.161 se utilizó para el crecimiento del cristal con el ejemplo 1.

Ejemplo 1

15

Un cristal de diamante fué preparado por utilización de la configuración de celda de reacción mostrada en la fig. 3 del dibujo. El recipiente de reacción 10 comprendió un cilindro 11 de pirofilita. Colocados concéntricamente dentro del cilindro estuvieron un tubo de níquel 12 y un tubo de grafito 13 adyacentes entre sí y centrados en el recipiente de reacción. Bolitas de grafito 14 y discos de catalizador 15 se colocaron después alternativamente para llenar el espacio cilíndrico a lo largo y en toda la longitud del tubo de níquel y grafito. Los discos catalizadores de níquel-
20 hierro conteniendo el boro de alta pureza disperso homogéneamente, fueron típicamente desde 0,005 pulgadas hasta 0,010 pulgadas de grosor. El grafito puede ser cualquier grafito

25



6

338980

- 12.-

1

de alta pureza. El boro se agregó en una cantidad de 0,1% de peso de catalizador y de iniciador. Un tapón de grafito 16 se ajusta en los extremos superior e inferior del conjunto para contener el grafito y el catalizador dentro del recipiente de reacción. Discos terminales 17 eléctricamente conducidos estuvieron previstos para conducir corriente al tubo de grafito y a través del conjunto de grafito-catalizador. Este tipo de recipiente de reacción procura el calentamiento de la mezcla directamente, es decir procurando que la corriente fluya a través de la muestra misma.

El conjunto se colocó después en el aparato de prensa y se sometió a una presión de alrededor de 50 kilobares y se calentó subsiguientemente a una temperatura de 1.400°C. El conjunto se mantuvo en estas condiciones durante 10 minutos, después de lo cual se hizo descender la temperatura desconectando el suministro de corriente, después de lo cual la presión se redujo lentamente a la presión atmosférica y la muestra se extrajo del recipiente de presión. Los cristales semi-conductores se recuperaron entonces de la muestra eliminando químicamente el grafito, el metal catalizador y la restante pirofilita disolviendo en mezclas de ácido sulfúrico y nítrico, ácido clorhídrico y nítrico y ácido fluorhídrico diluido respectivamente en proporciones normales.

25

Ejemplo 2

Los cristales de diamante preparados como se citó arriba, se separaron después por tamaño y forma. Las formas



338980

- 13.-

1

particulares se agruparon en tamaños con diferencias de micras solamente. Este control exacto es muy esencial para la fabricación de dispositivos, cuyas características, por lo menos en parte, dependen del tamaño efectivo del elemento activo. Los cabezales con los conductores soldados a los mismos se revistieron después con metal con una aleación de Pd-Ni-Cr (61,9% Pd, 23,3% Ni y 4,8% Cr en peso). Los cristales, así como los conductores de Kovar y los cabezales revestidos de metal de milibdeno y el vidrio encapsulador se limpiaron con un disolvente orgánico para eliminar toda grasa o material orgánico. Las partes se secaron después en un ambiente de aire a 100°C.

Las partes del conjunto-cabezales y conductores, cristal y vidrio en la forma de un pequeño cilindro se reunieron en una armadura apropiada y se colocaron dentro de la zona caliente de un elemento calentador que fué rodeado por una pantalla de gas hermética al vacío, que permitió la aleación del material de trabazón y del cristal y el cierre simultáneo de vidrio sobre los conductores que tenía que hacerse en una atmósfera reductora de gas formador teniendo un punto de rocío de menos de -73°C para evitar la oxidación de los conductores y del material de trabazón, para fomentar la suficiente unión del cristal al conductor, así como para procurar un ambiente no oxidante para el cristal, cuando se cerró herméticamente en el vidrio. Una presión de 2.000 p.s.i.g. se aplicó durante la operación de unión y cierre hermético para conseguir un contacto completo simul-



962

338980

- 14.-

1

táneo y óhmico entre el cristal y el cabezal.

Es importante que el gas de cierre hermético esté libre de todo oxígeno puesto que las características de oxidación del cristal influirían gravemente en la conducta electrónica del elemento a las máximas temperaturas de funcionamiento para las que se destinan a ser utilizados los dispositivos del invento. La temperatura de cierre hermético de los componentes variará desde 950°C a 1.100°C dependiendo de la aleación y del material de encapsulación usados. Todo el ciclo de calentamiento y refrigeración, incluyendo el tiempo para el apropiado temple del cristal encapsulador, típicamente no dura más de 60 segundos.

10

El dispositivo se extrajo después de la armadura de cierre hermético y una pequeña cantidad de pasta cerámica Pyroceram N° 45 se aplicó alrededor y ligeramente más allá de la zona encapsulada y se secó. Esto fué seguido por un ciclo de cura a 750°C durante 5 a 15 minutos. La aplicación de este segundo revestimiento refractario se hizo al fin de proteger de la oxidación la zona, donde los conductores están unidos al cabezal y, por lo tanto, se aplicó en esta configuración específica. Los conductores Kovar se limpiaron después de su revestimiento de óxido y se plaquearon con cromo. Esto se encontró como muy eficaz para proteger los conductores de Kovar a las temperaturas de funcionamiento del dispositivo durante periodos prolongados de tiempo.

15

20

25

También se han utilizado con éxito conductores

338980



- 15. -

1 hechos de metales preciosos tales como platino o paladio, así como metales de base revestidos con un metal precioso tal como molibdeno revestido con paladio. En estos casos no se necesita ningún revestimiento protector de cromo.

5 Los dispositivos de termistor del presente invento deberán extender multiplicando la utilidad de dispositivos de termistor. Este es un resultado no solamente del alcance de temperatura de funcionamiento grandemente ampliado de los presentes termistores, sino también a causa de su mayor estabilidad termal y ambiental y porque poseen resistividad relativamente lineal frente a características de temperatura.

10 Curvas típicas ilustrando la resistividad frente a la temperatura para diamante natural semi-conductor tipo IIb en contraste con las correspondientes características del dispositivo termistor del ejemplo 2, se ilustran en la fig. 2. Como se muestra allí, el diamante semi-conductor natural IIb posee una curva, cuya inclinación le hace útil a una temperatura máxima de alrededor de 350°C. Esta conducta es característica, dentro de estrechos límites, de todos los diamantes naturales semi-conductores investigados hasta hoy. A causa de que la curva varía desde una inclinación negativa a una positiva aproximadamente a 350°C, esencialmente es inútil como material termistor por encima de una temperatura tal como 350°C. Además su utilidad práctica está severamente limitada por encima de alrededor de 300°C a causa de la inclinación muy plana que comienza en este



[6

338980

- 16.-

1

punto y que se extiende más allá. Por otra parte, la curva de resistividad de los diamantes según el invento posee valores útiles desde alrededor de menos 260°C hasta por encima de 800°C. Además, como puede observarse en el dibujo, la curva es casi lineal sobre porciones extensas de este alcance.

5

10

15

20

Además, los termistores según el invento poseen la ventaja adicional de una ausencia virtual de toda clase de efectos de polaridad significativos o de características rectificadoras. En adición, los termistores poseen una conductibilidad termal extremadamente alta, dando por resultado una excelente posibilidad de respuesta del dispositivo. Están hechos de la sustancia más dura conocida, aumentando así su capacidad de resistir a extremos de presión. Poseen resistencia extremadamente alta al ataque químico, a efectos higroscópicos y a la abrasión. Poseen por lo menos susceptibilidad a los efectos de radiación de casi cualquier material conocido, de valor potencial en aplicaciones aeroespaciales. Poseen el más elevado movimiento termal según Debye implicando temperaturas a la más baja frecuencia conocida para cualquier sustancia a cualquier temperatura particular, y también están sujetos al mínimo a efectos termales intrínsecos de interferencia.

25

Los dispositivos de termistor conteniendo nitruro de boro cúbico de cristal simple como material de resistencia son el objeto de la solicitud de patente de EE. UU. de los mismos solicitantes serie N° 543.588 presentada en la



6 APR 1967

338980

- 17.-

1

misma fecha con la presente y cedida al mismo cesionario del presente invento.

5

N O T A . -

=====

10

La presente patente de invención, comprende las siguientes reivindicaciones:

15

1.- Dispositivo de termistor, caracterizado por comprender un cristal simple de diamante semi-conductor y dos conductores eléctricamente conductivos, unidos a dicho cristal, para procurar contacto óhmico con el mismo, teniendo dicho termistor un coeficiente de resistividad en exceso de 0,05 sobre un alcance continuo de temperatura en exceso de 500°C.

20

2.- Dispositivo según la reivindicación 1, caracterizado porque dicho cristal está cerrado herméticamente con un material refractario en una atmósfera no oxidante.

25

3.- Dispositivo según las reivindicaciones 1 ó 2, caracterizado porque dicho cristal y la porción adyacente de dicho conductor están encapsulados en una atmósfera no



[6

338980

- 18.-

1

oxidante con un material refractario, estando dichos conductores eléctricamente conductivos unidos a dicho cristal por un material de trabazón teniendo un coeficiente de expansión por lo menos tan grande como el del material refractario de encapsulación.

5

4.- Dispositivo según las reivindicaciones 1-3, caracterizado porque dicho cristal tiene por lo menos dos superficies planas paralelas opuestas, a las que están unidos dichos conductores eléctricamente conductivos.

10

5.- Dispositivo según las reivindicaciones 1-4, caracterizado porque dicho conductor eléctricamente conductivo está unido a dicho cristal a través de un material de cabezal.

15

6.- Dispositivo según las reivindicaciones 1-5, teniendo un coeficiente de resistividad negativo, caracterizado porque dicho cristal tiene la configuración de un prisma rectangular.

20

7.- Dispositivo según las reivindicaciones 1-6, caracterizado porque dicho cristal tiene la configuración de un cubo.

25

8.- Dispositivo según las reivindicaciones 1-7, caracterizado porque dichos conductores están unidos al cristal con una aleación de paladio y níquel o una aleación de paladio y cromo.



338980

6

- 19.-

1

5

10

15

20

25

9.- Dispositivo según las reivindicaciones 2-8, caracterizado porque dicho material refractario es vidrio teniendo un punto de carga por encima de 800°C.

10.- Dispositivo según las reivindicaciones 5-9, caracterizado porque dicho material de cabezal es molibdeno o tungsteno.

11.- Dispositivo según las reivindicaciones 1-10, caracterizado porque dicho diamante está iniciado con boro, aluminio ó berilio.

12.- Dispositivo de termistor.

Según se describe y reivindica en la presente memoria descriptiva y se ilustra con las figuras que a la misma se acompañan, constando dicha memoria de diecinueve hojas foliadas y escritas a máquina por una sola cara.

Madrid, a 6 ABR. 1967

CARLOS ROEB

338980-6

FIG.1

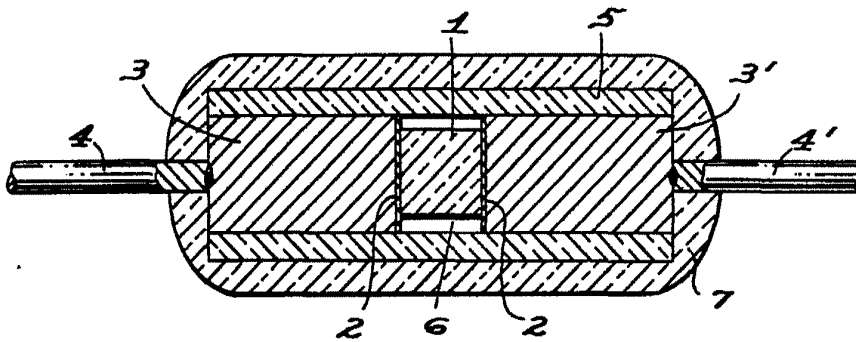
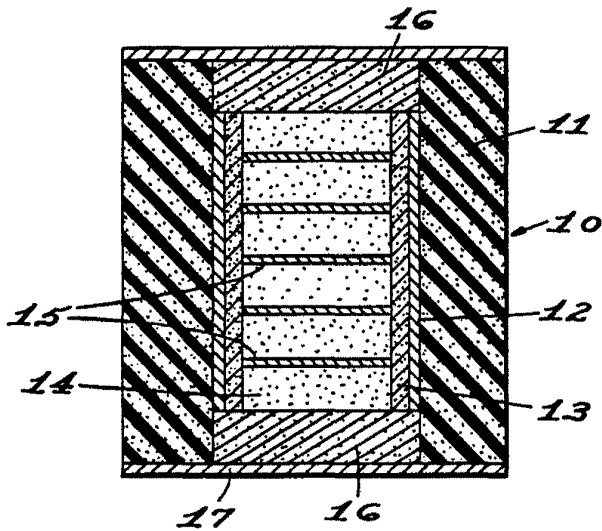


FIG.3



ESCALA VARIABLE

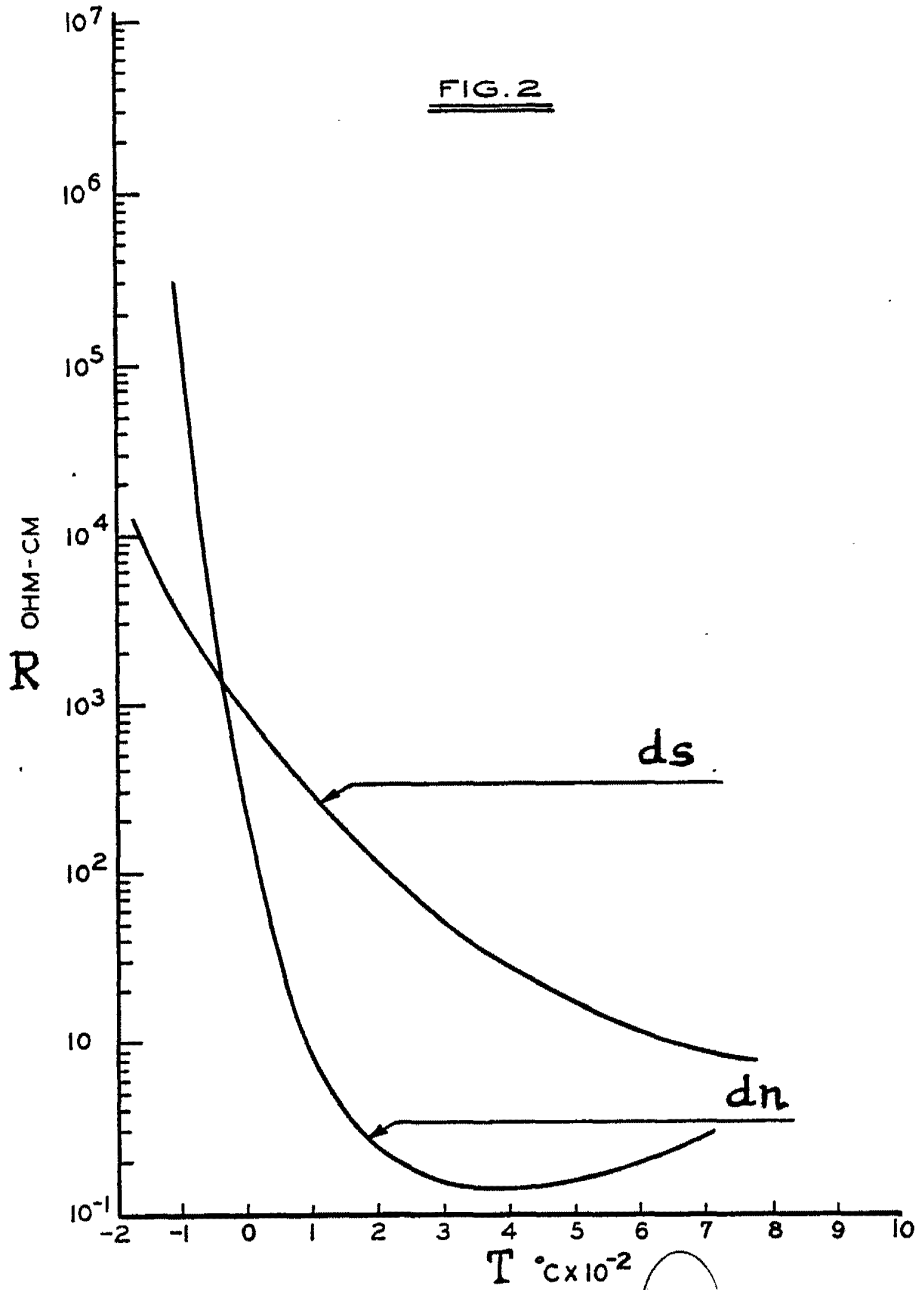
CARLOS ROEB

[Handwritten signature]

2406

338980

FIG. 2



ESCALA VARIABLE

CARLOS ROEB

PT

[Signature]

2902