

AÑO 1959

Expediente núm.



949413!

REGISTRO DE LA PROPIEDAD INDUSTRIAL

PATENTE DE INVENCION

MEMORIA DESCRIPTIVA

que se acompaña a la solicitud de

una **PATENTE DE** INVENCION por 20 años, en España

a favor de

WESTERN ELECTRIC COMPANY INCORPORATED, de nacionalidad

norteamericana

domiciliado en Broadway,

~~ciudad~~ NEW YORK (EE.UU.)

núm. 195

por:

«Procedimiento para proteger o encapsular elementos de circuitos electricos»,

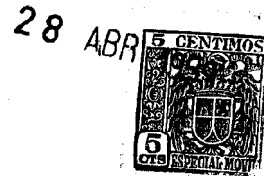
Nº 14338

Agente Sr. BOLIBAR,

np/

Caso Flaschen-Fearson 6-2

249413



P A T E N T E D E I N V E N C I Ó N
=====

a favor de

WESTERN ELECTRIC COMPANY, INCORPORATED - de nacionalidad
norteamericana - domiciliada en NEW YORK, 7, N.Y., Broadway,
195,

por:

"Procedimiento para proteger o encapsular elementos de
circuitos eléctricos"

-----:oOo:-----

M e m o r i a d e s c r i p t i v a

El presente invento se refiere a un procedimiento para
proteger o encapsular elementos de circuitos eléctricos, así
como unidades o conjuntos que comprendan estos elementos,

249413

28 ABR



revistiéndolos con una nueva clase de composiciones vítreas, de singular interés para este objeto.

5 Las composiciones vítreas de este invento presentan viscosidades bajas de líquido dentro de un margen de temperaturas comprendido entre unos 125 y 450°C o más. Algunas de ellas tienen puntos de ablandamiento bajos, en algunos casos a temperatura ambiente o menor, de modo que el producto final es plástico al tacto en tales condiciones. Por consiguiente, pueden reducirse al mínimo los problemas de impacto térmico.

10 Las composiciones referidas tienen gran capacidad para humedecer o mojar muchos materiales, entre los que se comprenden la mayoría de los metales corrientes, otras composiciones vítreas tales como silicatos, materiales cerámicos e inorgánicos cristalinos sencillos, y polímeros orgánicos, como el polite-
15 trafluoroetileno.

Todas las composiciones vítreas mencionadas aquí pueden ser depositadas en forma de vapor para formar recubrimien-
20 tos vítreos sobre substratos de diversa naturaleza, calentados o no. Y mientras que los vidrios comunes no pueden ser depositados homogéneamente como vapor sino con dificultad, en capas sumamente delgadas, sobre substratos calientes, el uso de las composiciones del invento permite depositar capas del orden de 1 milésima de pulgada o más de espesor, sobre substratos fríos o calientes.

25 La propiedad probablemente más importante de las composiciones de este invento es su fuerte afinidad eliminadora de impurezas iónicas. Como es sabido, estas impurezas iónicas, en particular sodio, otros metales alcalinos y plata, son causa frecuente de dificultades de funcionamiento en elementos
30 de circuito en general. Tales impurezas tienden a difundirse



249413

5 por influencia de un campo eléctrico producido durante el funcionamiento, o, en el caso de dispositivos de empalme, a producir un empeoramiento consiguiente de las características eléctricas durante su uso. Esto puede ocasionar merma de las propiedades dieléctricas en condensadores, disminución de la resistencia, y otras alteraciones comúnmente observadas en componentes de todos los tipos. Tal vez los cambios característicos más perjudiciales por esta causa se observan en dispositivos semiconductores, tales como diodos, transistores y elementos afines,

10 Ejemplos concretos y datos medidos que se exponen más adelante en forma tubular y gráfica, demuestran la actividad eliminadora de estas composiciones vítreas. Dada la extremada sensibilidad de los dispositivos semiconductores a esta fuente de contaminación, la mayoría de los datos de funcionamiento atañen a tales dispositivos. Como se describe en esta memoria, la eliminación o depuración iónica puede mejorar las características eléctricas en tres fases diferentes. El mismo procedimiento de recubrir o encapsular, particularmente cuando la composición se emplea más bien caliente, puede proporcionar una mejora de importancia. Esta mejora aumenta, como es natural, prolongando la exposición al medio envolvente fundido. En este aspecto, se ha observado que lapsos prolongados de exposición no reducen en modo alguno otras propiedades eléctricas o físicas de los dispositivos.

25 Las características funcionales de los dispositivos semiconductores mejoran también con el almacenaje o la maduración en reposo. Cuando ésta se acelera, manteniendo los elementos a temperaturas elevadas hasta de 150°C o más durante varias horas, se consigue una mejora aún más evidente. La

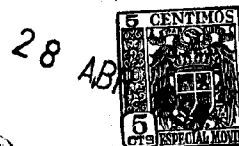
30



5 maduración forzada, de acuerdo con la cual los dispositivos se polarizan eléctricamente para aproximarlos a las condiciones de régimen o rebasar éstas, y que se emplea para blindarlos, ha proporcionado hasta ahora, por lo general, características funcionales relativamente constantes, pero mermadas. Sin embargo, utilizado en dispositivos con capas protectoras o envolventes de las composiciones conforme al invento, tal método de maduración conduce a una mejora constante de las características eléctricas, en grado que aumenta con la rigurosidad de las condiciones de maduración.

10 Como se explica en la presente memoria, estas composiciones amorfas tienen resistividades elevadas en masa y en hojas, y propiedades dieléctricas y otras eléctricas que superan a las de otras composiciones vítreas que se encuentran en el comercio. Aquí se mencionan otras propiedades químicas y físicas de las composiciones conforme al invento, las cuales las hacen singularmente adecuadas como medios envolventes de elementos de circuito eléctrico.

20 Durante los primeros años de uso comercial de dispositivos semiconductores extrínsecos, sobre todo diodos y triodos de punta y empalme, se suponía que tales dispositivos mostrarían un alto grado de estabilidad contra efectos nocivos derivados de absorción superficial de humedad y gases, y de otras reacciones superficiales con componentes de la atmósfera. En consecuencia, aunque tales dispositivos se solían sumergir en un medio plástico, o revestirse del mismo en otra forma, a fin de aumentar su rigidez mecánica y de facilitar su manejo, en general no se consideraba necesario cerrarlos herméticamente. Con la continua disminución de tamaño y otros adelantos de los dispositivos semiconductores, traducidos en reducción



249413

progresiva de la distancia entre los contactos puntiformes y/o los empalmes P-N, y a medida que iba adquiriéndose experiencia en el uso de tales dispositivos, se hizo cada vez más evidente que la presencia de cantidades mínimas de humedad y de otras substancias extrañas en la superficie, especialmente cerca de tales contactos puntiformes o empalmes, producía un efecto adverso en las propiedades eléctricas de los dispositivos. También se comprobó que tal efecto variaba con las distintas condiciones de ambiente, y que los revestimientos plásticos entonces en uso no proporcionaban protección suficiente contra el mismo. Estudios de laboratorio han revelado que la humedad y otros elementos atmosféricos se infiltraban en el medio plástico, particularmente en las proximidades de los conductores de alambre empleados para conectar eléctricamente los dispositivos.

Al reconocer que era necesario un cierre hermético para evitar una disminución gradual de las características eléctricas del transistor, gran parte de la investigación se dirigió y continúa dirigiéndose al desarrollo de un medio envolvente y de un método adecuado para su aplicación. En la actualidad, el tipo más corriente de cierre hermético consiste en una lata o envolvente metálica soldada. En el curso del desarrollo de este tipo de envoltura, primero se creyó suficiente encerrar o encapsular en atmósfera seca, tomando sólo las precauciones usuales contra la presencia de vapor de agua. Posteriormente se aplicó calor en vacío antes del cierre y durante el mismo, y, sobre todo cuando el dispositivo es de silicio, un relleno de oxígeno seco durante el cierre.

Aunque el cierre hermético de lata soldada se está generalizando actualmente en la industria, la apreciación de



249413

ciertas características indeseables ha inducido a continuar los esfuerzos por encontrar un medio y una técnica más adecuados. En general, se reconoce que el cierre hermético de lata soldada, por muy bien hecho que esté, bien por escape o por desprendimiento de gases de las superficies internas, ocasiona a veces una merma gradual de características funcionales. Este efecto se advierte, sobre todo, cuando los intervalos entre empalmes son muy estrechos, por ejemplo, del orden de décimas de milésima de pulgada. Desde el punto de vista industrial, el empleo de cierres de metal requiere un procedimiento complejo de envoltura, que comprende, por ejemplo, la necesidad de obtener cierres herméticos aislantes entre los conductores de alambre y la lata. Para el ingeniero proyectista, los dispositivos enlatados resultan a veces inconvenientes por su tamaño mucho mayor, que anula algunas de las ventajas derivadas de la reducción al mínimo de la parte operante del transistor.

De conformidad con el presente invento, se ha descubierto que ciertas mezclas que comprenden uno o varios de los elementos de los grupos III y V, talio, indio, arsénico, antimonio y bismuto, con uno o más elementos del grupo VI, azufre, selenio y telurio, dentro de ciertas proporciones críticas de asociación, forman composiciones vítreas monofásicas. Estas nuevas composiciones presentan una viscosidad baja entre unos 125 y 450°C o más, con viscosidades de líquido, en este sector, del orden de 30 poises o menos. También se ha comprobado que las propiedades de estas composiciones vítreas son tales que las hacen adecuadas para uso como envolturas herméticas para dispositivos semiconductores, incluidos los de los tipos precitados. Dada la baja temperatura de estas nuevas

249413

28



composiciones en estado líquido, el revestimiento vítreo se puede producir sumergiendo simplemente el dispositivo o elemento de circuito, en la mezcla derretida, retirándolo y dejando solidificar el vidrio. Cuando interesa una vaina metálica o de otra clase alrededor del vidrio solidificado, el dispositivo se puede dejar sumergido, dejando solidificarse el vidrio dentro de esta vaina o recipiente, a fin de que el material de éste se convierta en parte del conjunto o agregado final.

Otros procedimientos de envoltura aplicables a todos los elementos de circuito, así como a conjuntos y subconjuntos que comprenden tableros de conexiones impresas, hacen uso de plantillas o preformas y deposición en vapor, así como de métodos de inmersión.

Aunque en esta descripción se emplea generalmente el término "encapsular" (envolver) debe entenderse que el invento no se limita a la encapsulación total de todo el dispositivo o agregado. En ciertos casos, particularmente cuando se utiliza deposición en vapor, o preformas, puede ser necesario o conveniente revestir sólo una superficie, o incluso una porción limitada de una superficie del artículo. También, como se describe aquí, el medio envolvente puede idearse en principio para uso como eliminador, y servir en esta función como medio de relleno dentro de un recipiente externo, como una lata, un tubo o sus análogos. En tal caso, no es necesario, naturalmente, que el medio vítreo forme un cierre hermético alrededor del artículo. En otras aplicaciones, el medio vítreo puede servir, en sentido estricto, como medio envolvente hermético, y estar encerrado en una o más capas complementarias destinadas ante todo a aumentar las propiedades de rigidez y manejabilidad. Cuando un dispositivo herméticamente cerrado de esta manera ha

249413



de exponerse a temperaturas sumamente bajas, y otros factores del plan imponen el empleo de conductores de metal u otros materiales, o de otros subcomponentes con distinto coeficiente de expansión térmica que el vidrio, puede ser conveniente incluir una capa externa de material adherente, como polietileno u otro plástico, destinado a mantener comprimida la capa de vidrio y reducir así más la tendencia al agrietamiento por impacto térmico. Los medios vítreos descritos humedecen la mayoría de los metales, y tienen coeficientes de expansión térmica suficientemente iguales a los de dichos metales para resistir la expansión a las temperaturas ordinarias corrientes en la práctica.

El invento se comprenderá mejor con referencia a los planos adjuntos, en los cuales indican:

La figura 1, un esquema de composición ternaria que muestra la escala vítrea de composición de un sistema conforme al invento;

La figura 2, un termómetro de viscosidad de 30 poises del sistema vítreo de la figura 1;

La figura 3, un esquema de composición ternaria del sistema de la figura 1, con las temperaturas de ablandamiento de composiciones elegidas en la región definida de vitrificación;

La figura 4, un esquema de composición ternaria que define la región de vitrificación de un segundo sistema de composiciones conforme al invento;

La figura 5, un termógrafo de viscosidad de 30 poises del sistema vítreo de la figura 4;

Las figuras 6A, 6B y 6C, representaciones esquemáticas, en elevación frontal, de un transductor semiconductor típico

249413

28



5 sometido a un procedimiento de encapsulación según este invento, utilizando una de las composiciones del mismo;

Las figuras 7A, 7B y 7C, representaciones esquemáticas, en elevación frontal, una variante de la encapsulación del mismo tipo de transductor.

La figura 8, una elevación frontal esquemática de un tipo de aparato que resulta adecuado para la deposición en vapor de las composiciones vítreas del invento;

10 La figura 9A, una perspectiva de un dispositivo semiconductor, y una preforma de una de las composiciones del invento, antes de calentar;

La figura 9B, una perspectiva del dispositivo de la figura 9A, después de calentar;

15 La figura 10, en coordenadas de corriente de fuga y tiempo, un diagrama que muestra la mejora en características funcionales de nueve dispositivos encapsulados en una composición según el invento, después de maduración forzada;

La figura 11, en coordenadas iguales, un diagrama que muestra la mejora obtenida después de maduración forzada de cuatro dispositivos encapsulados o envueltos en una composición distinta revestida de vidrio conforme al invento.

20 En estas dos figuras 10 y 11, las ordenadas representan la corriente de fuga en milimicroamperes y las abscisas el tiempo en horas.

25 En la figura 1 se expone un esquema de composición ternaria para el sistema arsénico-talio-azufre. La superficie definida por las líneas rectas que unen los puntos 1, 2, 3, 4 y 5 marca el campo exclusivo de composiciones de este sistema que proporcionan un material vítreo monofásico. La superficie que abarcan las líneas rectas entre los puntos 4, 5 y 6 define

30



249413

una escala menor de tales materiales vítreos, que corresponde a composiciones con puntos de ablandamiento particularmente bajos. Los puntos cercados -7- corresponden a composiciones vítreas de este invento empleadas para encapsular dispositivos, varias de las cuales se mencionan en los ejemplos, con sus características eléctricas anteriores y consecutivas. Los puntos cercados -8- se refieren a composiciones depositadas en vapor para producir capas vítreas monofásicas homogéneas.

Las composiciones, en peso por ciento, correspondientes a los puntos numerados, son como sigue:

Tabla I

<u>Punto</u>	<u>Arsénico</u>	<u>Talio</u>	<u>Azufre</u>
1	65	0	35
2	25	55	20
3	22	46	32
4	33	7	60
5	10	0	90
6	33	0	67

La figura 2 es un esquema ternario del sistema arsénico-azufre-talio, en las mismas coordenadas del esquema de la figura 1, el cual indica la temperatura a que ciertas composiciones de las apuntadas tienen una viscosidad aproximada de 30 poises. Las temperaturas se expresan en grados centígrados. Los puntos precisos de composición están en los centros de las cifras intermedias de las temperaturas indicadas. La información contenida en esta figura es de especial interés para la encapsulación por inmersión de dispositivos delicados. En general, las viscosidades muy superiores a 30 poises no sirven para recubrir por inmersión dispositivos semiconductores, dada la delicada consistencia del dispositivo que se encapsula. Las viscosidades



249413

algo más altas sirven para medios envolventes aplicables a dispositivos o agregados mayores o más rígidos.

5 La figura 3 es un esquema ternario para el sistema arsénico-azufre-talio, en las coordenadas de los diagramas de las figuras 1 y 2, con anotaciones de las temperaturas de
ablandamiento de las composiciones señaladas. Las composiciones exactas son las que corresponden a un punto hecho en el centro del valor de cada temperatura indicada. Se advierte que las
10 composiciones encerradas en la superficie definida por líneas rectas entre los puntos -4-, -5- y -6- de la figura 1 tienen puntos de ablandamiento sensiblemente más bajos que los de las otras composiciones incluidas. Los puntos de ablandamiento aquí
presentados de gran interés para diseñar dispositivos encapsulados que hayan de someterse a temperaturas sumamente bajas. Se
15 ve que algunas de estas composiciones, en la zona rica en azufre definida por los puntos -4-, -5- y -6-, tienen puntos de ablandamiento a temperatura ambiente o más baja.

Debe señalarse de pasada que el punto de ablandamiento tiene importancia con relación a otro aspecto de este invento.
20 De la información aquí expuesta se desprende que la acción eliminadora de las composiciones vítreas de este invento es función de la temperatura, y aumenta a medida que ésta asciende. Por consiguiente, se presume que la eliminación o depuración depende, al menos en parte, de la movilidad de las impurezas
25 iónicas a través de la interficie o superficie de contacto entre el material del dispositivo y la composición vítrea. Como es de esperar que aumente la movilidad de tales impurezas cuanto más flúido sea el medio, se atribuye una acción eliminadora más intensa a materiales con puntos de ablandamiento más bajos.
30 Parecen justificar esta hipótesis datos experimentales, pues las

28 AB



249413

características eléctricas en dispositivos semiconductores encapsulados mejoran con más rapidez, en las composiciones ricas en azúfre de la zona -4-5-6-.

5 La figura 4 es un diagrama ternario del sistema arsénico-talio-selenio. La superficie definida por las líneas rectas que unen los puntos -10-, -11-, -12-, -13-, -14- y -15- marca el campo de las composiciones vítreas monofásicas de este sistema. Los puntos cercados -16- corresponden a las composiciones vítreas efectivamente formadas al determinar la superficie así
10 delimitada. Las composiciones correspondientes a los puntos -17- se han depositado en vapor.

Las composiciones, en peso por ciento, correspondientes a los puntos numerados son las siguientes:

Tabla II

	<u>Punto</u>	<u>Arsénico</u>	<u>Talio</u>	<u>Selenio</u>
15	10	56	0	44
	11	30	30	40
	12	30	40	30
	13	20	50	30
20	14	5	50	45
	15	5	0	95

25 La figura 5 es un diagrama ternario del sistema arsénico-selenio-talio, en las coordenadas del diagrama de la figura 4, con indicación de temperaturas que corresponden a viscosidades de 30 poises. Las composiciones en que se midieron estas viscosidades corresponden a un punto tomado del centro del segundo número de cada una de las temperaturas anotadas.

30 Aunque las regiones vítreas definidas de las figuras 1 y 4 se describen como "exclusivas", debe entenderse que los límites precisos indicados son aproximados por naturaleza, y



dependen íntimamente de condiciones de técnica. Las regiones
vitreas de cualquiera de los dos sistemas se pueden extender
un poco enfriando rápidamente a fin de reducir al mínimo la
cristalización. Por analogía con otras composiciones vítreas,
5 es de suponer que los materiales substancialmente externos a
las zonas vítreas indicadas puedan estabilizarse en estado
amorfo mediante adición de uno o más estabilizadores. También
debe señalarse que, aún cuando se han descrito dos sistemas se-
parados y distintos, los vidrios de ambos sistemas son misci-
10 bles entre sí, lo cual permite producir medios de caracterís-
ticas adecuadas para encapsular combinando composiciones de
los dos sistemas, o ingredientes iniciales elegidos para produ-
cir esa composición final. Como se deduce de los datos expues-
tos hasta ahora, materiales binarios de ambos sistemas, a sa-
15 ber, arsénico-azufre y arsénico-selenio, estequiométricos o no,
tienen características adecuadas para ciertos usos descritos.
De manera análoga, combinaciones de dos de esas composiciones
binarias de ingredientes iniciales elegidas para obtener una
composición del sistema de tres elementos, arsénico-azufre-se-
20 lenio, han mostrado tener una viscosidad de 30 poises y puntos
de ablandamiento térmico dentro de los límites apropiados para
encapsular por inmersión, preformación o deposición en vapor.
Como también se ha indicado, en el procedimiento de encapsular
aquí descrito se emplea satisfactoriamente la substitución de
25 uno u otro de los elementos de los sistemas respectivos por
ciertos materiales escogidos.

Aunque se han expuesto por separado los dos sistemas
de las figura 1 y 4, y aunque todos comprenden composiciones
con propiedades eliminatorias y que son además buenos envolven-
tes, debe entenderse que no son por entero intercambiables en
30



249413

mayor grado que los vidrios elegidos de cualquiera de los sistemas; es decir, que ciertas características, por ejemplo, el punto de ablandamiento, la viscosidad de 30 poises, pueden imponer el empleo de uno u otro. En este sentido, se ha visto que aunque las propiedades humectantes de los vidrios de arsénico-azufre-talio son suficientes para obtener una envoltura hermética alrededor de dispositivos semiconductores y cables o flexibles asociados, la capacidad humectante de los vidrios que contienen selenio es substancialmente mayor. Si bien la humectabilidad derivada del uso de los vidrios de arsénico-selenio-talio puede no exigir su uso preferente para encapsular tales dispositivos, puede imponer en cambio el uso preferente, para revestir o encapsular materiales más difíciles de humedecer; en consecuencia, se ha comprobado que los cuadros de cerámica como los usados en circuitos impresos quedan más sólidamente ligados utilizando las composiciones seleníferas.

Para facilitar la comprensión del invento, exponemos seguidamente en líneas generales un método adecuado de preparar una composición vítrea conforme al invento, a título meramente ilustrativo. Se sugieren otros métodos alternativos, y los expertos en la materia conocen además otros. El método bosquejado tiene por objeto preparar una composición ternaria de acuerdo con el esquema de la figura 3, o sea una composición del sistema arsénico-talio-azufre. Puede seguirse igual procedimiento para un vidrio del sistema arsénico-talio-selenio, y para vidrios que contengan antimonio o bismuto en sustitución de parte del arsénico; indio, estaño o plomo en vez de talio, y telurio en vez de selenio o azufre, como aquí se expone. Según se explica asimismo más adelante, los vidrios

28 ABR



de este invento no se limitan a la inclusión de dos o tres elementos, sino que pueden contener más de un elemento en cualquier posición dada, por ejemplo, azufre y selenio en la posición del grupo VI.

5 Para facilitar la conservación de materias primas, y por conveniencias de preparación y manejo en general, pueden prepararse de antemano composiciones binarias, por ejemplo, de arsénico y azufre, y de talio y azufre. Un método alternativo consiste en hacer la mezcla final a partir de los tres
10 materiales elementales.

Bosquejo de la preparación.

Los materiales de partida son talio, azufre en polvo y arsénico metálico.

15 La capa de óxido se retira del talio colocando éste en una copa de agua caliente, y sumergiéndolo luego en acetona, para evitar su reoxidación, que de otro modo se produce en el aire a los pocos minutos.

20 Se pesa la cantidad indicada de azufre, y se coloca en un tubo de ensayo obturado con un tapón de corcho sin apretar, el cual se sujeta a su vez encima de un mechero de Bunsen. El azufre se calienta hasta que se funde y toma una consistencia de goma espesa. El tubo de ensayo u otro receptáculo puede dejarse abierto cuando se trabaja en atmósfera protectora inerte.

25 Se retira el talio de la acetona, se limpia rápidamente, y se coloca juntamente con el arsénico en el tubo que contiene el azufre fundido; luego se tapa de nuevo el tubo.

30 Se calienta el tubo con su contenido hasta que se produce una reacción exotérmica violenta, en el curso de la cual el contenido del tubo se calienta al rojo (para el sistema

28 AB
249413



vítreo considerado se requirió una temperatura aproximada de 350 a 450°C).

El contenido del tubo de mezcla revolviéndolo hasta disolver todo el arsénico metálico.

5 El tubo se calienta hasta fluidificar por completo su contenido.

En la práctica, se ha comprobado que una mezcla de 50 g. se funde hasta homogeneidad en unos veinte minutos.

10 La mezcla fundida puede enfriarse rápidamente en nitrógeno líquido para evitar que se adhiera al receptáculo.

El bosquejo anterior describe la manufactura de los vidrios de este invento a escala experimental o de laboratorio. No se describen otros métodos alternativos a igual escala, ni modificaciones apropiadas para adaptarlo a la industria, ni se considera necesario hacerlo para explicar el invento. Los tiempos efectivos de reacción y fusión pueden determinarse en su mayor parte por la vista. Las temperaturas efectivas de régimen son asimismo de poca importancia, varían de acuerdo con la composición real de la mezcla, y se fijan conforme a la naturaleza de la reacción. Por ejemplo, la temperatura a que se forma la composición vítrea se determina por la energía desarrollada en la reacción exotérmica y los gradientes de temperatura tolerados por el aparato en las condiciones de ambiente en uso.

25 En las figuras 6A, 6B y 6C, el dispositivo representado es un interruptor con transistor de silicio P-N-P-N. Este tipo contiene un elemento operante P-N-P-N-21, ligado al electrodo-22, y con el que se establece una segunda conexión eléctrica por medio del resorte-23, soldado o conectado de otro modo a su vez al electrodo-24. El colector o cabezal -25-

30

249413

28

ABR



completa el conjunto. Los electrodos -22- y -24- atraviesan el
colector por -26- y -27-, y están aislados del mismo y ligados
a él, por ejemplo, mediante un cristal de plomo o de silicato
de boro. Una descripción más amplia, que comprende las caracte-
5 rísticas funcionales de este tipo de dispositivo, se inserta
en "Proceedings of the Institute of Radio Engineers", volumen
44, páginas 1174 y siguientes. El dispositivo concretamente
representado tiene intervalos sumamente estrechos, del orden
de diez milésimas de pulgada, y contiene empalmes apareados,
10 separados por material de tipos P y N. Los dispositivos de
esta configuración general son muy propensos a la merma de
propiedades eléctricas por contaminación superficial.

En la figura 6A, el dispositivo representado aparece
suspendido por encima del recipiente -28-, que puede hacerse
15 de porcelana química, o de otro material vítreo, metálico o
cerámico. El recipiente contiene material vítreo fundido -29-,
que es una de las composiciones de este invento, y que se
mantiene en fusión mediante un generador de calor no represen-
tado.

20 En la figura 6B se ve el dispositivo de empalme -21-,
con el conjunto antes descrito, sumergido en material -29-
dentro del recipiente -28-.

Después de la inmersión, que puede durar unos pocos
segundos, o más, se retira el dispositivo -21-, con su conjun-
25 to y se deja solidificar el material vítreo adherido al mismo.

La figura 6C muestra el mismo dispositivo después de
la solidificación. El material vítreo de la composición -29-
de las figuras 6A y 6B está solidificado.

Las figuras 7A, 7B y 7C ilustran un procedimiento al-
30 ternativo de encapsulación, por el que el receptáculo se



5 convierte en parte del agregado final. De conformidad con es-
tas figuras, el dispositivo -40- tiene la misma configuración
general que el expuesto en las figuras 6A a 6C, y contiene
el elemento -41-, y los electrodos -42- y -43-, que atraviesan
el conjunto de colector -44-, y de los cuales el -42- estable-
ce contacto con el elemento -41-, y el -43- se conecta con
este último a través del resorte -45-. El receptáculo -47-,
que puede ser de vidrio, metal o cerámica, calentado por me-
dios no representados, contiene un vidrio líquido -46-, de
10 composición conforme al invento.

La figura 7A muestra el dispositivo -40- antes de la
inmersión; la figura 7B lo representa sumergido en vidrio
fundido -46-, que se mantiene así durante un período suficien-
te, por lo menos, para envolver o encerrar todas las super-
15 ficies sumergidas.

De conformidad con la figura 7C, el material vítreo
-46- se ha solidificado y envuelve el dispositivo -40-; la
envoltura comprende una vaina -47-, que al principio sirvió de
receptáculo para el material fundido.

20 Las figuras 6A a 6C y 7A a 7C muestran métodos de
encapsular que utilizan los vidrios aquí descritos. Otros mé-
todos comprenden diversos medios para aplicar los materiales
debretidos a los dispositivos, por ejemplo, mediante brocha,
aspersión, etc., y también por deposición en vapor. Como se
25 indica aquí, no es necesario encapsular el dispositivo entero.
Por ejemplo, cuando se emplean preformas, conviene moldearlas
de modo que ajusten bien sobre uno o más conductores aplicados
al punto más vulnerable del dispositivo, y el calor subsiguien-
te produce un flujo que basta para cubrir todo el dispositivo
o sólo esta zona superficial vulnerable. De manera análoga,
30



5 aunque los dispositivos P-N-P-N son ejemplos de los más sensibles a las influencias atmosféricas, y por eso conviene encapsularlos de acuerdo con estas técnicas, otros dispositivos mejoran bastante por un tratamiento similar. Así, por ejemplo, resistencias, condensadores, rectificadores elementales y de óxido, inductores, transformadores y otros elementos de circuito, y también agregados y subagregados enteros que los comprendan, se encapsulan con ventaja por los procedimientos de las figuras 6 y 7 y por otros no descritos en esta memoria.

10 Cuando han de revestirse dispositivos por inmersión del modo descrito, es conveniente mantener una masa de vidrio derretido a su temperatura de inmersión, que en general se considera correspondiente a una viscosidad aproximada de 30 poises, empleando una placa bien caliente. Para preservar de oxidación el vidrio, y posiblemente también el dispositivo u otro artículo, a temperatura tan alta, conviene mantener el material fundido en vacío parcial o en atmósfera inerte. Son atmósferas adecuadas las de nitrógeno, helio y argón. Cuando se encapsula por inmersión, basta mantener el artículo en el vidrio fundido durante un período suficiente para envolver todas las superficies que interesen, dejando descubiertos únicamente los extremos de los conductores, aunque, como se expone aquí, pueden convenir lapsos más prolongados para eliminar impurezas.

15 Lo único que queda es retirar el artículo de la mezcla y dejar que el revestimiento se solidifique.

25 De acuerdo con técnicas corrientes, el artículo envuelto en vidrio se puede recocer, para reducir la tensión al mínimo disminuyendo gradualmente la temperatura, desde la de reblandecimiento a la ordinaria, en un período de horas. Este temple puede formar parte del programa de enfriamiento inicial

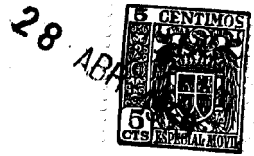
30



que sigue a la encapsulación, o efectuarse como procedimiento aparte más tarde.

5 Cuando se ha de encapsular por inmersión, y los dispositivos en tratamiento son delicados, conviene mantener la mezcla derretida a una temperatura tal que su viscosidad no exceda mucho de 30 poises. El sector de 30 poises de estos vidrios comprende de unos 125 a 450°C. Las temperaturas de inmersión que pueden tolerarse varían según las características del dispositivo que se ha de encapsular. No se intenta definir aquí tales temperaturas críticas para la gran diversidad de 10 dispositivos que conviene encapsular conforme al invento. En general, la temperatura máxima de inmersión tolerable para un repetidor o traductor semiconductor, como los de germanio o silicio, o de un diodo, triodo o tetrodo de los grupos III-V, viene determinada por la composición fundente mínima de cualquier material de soldar o alear que puede haber presente. Por 15 lo general, en contraste con los vidrios comerciales, aún la máxima temperatura del sector de 30 poises de los vidrios aquí descritos es insuficiente para producir un cambio sensible en el empalme, la configuración del gradiente o las propiedades, 20 a causa de aleación o difusión. En las figuras 2 y 5 se indican temperaturas de las composiciones vítreas en el sector de 30 poises.

25 Cuando interesa preservar de fracturas el vidrio, puede lograrse ésto de cualquier modo adecuado, empleando material a propósito, sin reparar en una posible contaminación del dispositivo. La envoltura vítrea es completamente hermética, y no permite la infiltración de vapor de agua o de cualquiera otra impureza que se ponga en contacto con su superficie externa. Los materiales plásticos de recubrimiento, como 30



cloruro de polivinilo, polietileno y sus análogos, sirven para ello. El procedimiento bosquejado con referencia a las figuras 7A y 7C puede ser conveniente al efecto, ya que el dispositivo final comprende en tal caso un blindaje de vidrio y una vaina protectora exterior de metal o de otro material adecuado.

Si la encapsulación tiene por objeto obtener una envoltura vítrea completamente cerrada, es necesario establecer un enlace hermético entre el revestimiento y cualesquiera conductores eléctricos. Se ha comprobado que se obtiene una humectación adecuada y un enlace hermético consiguiente empleando cualquiera de las composiciones vítreas aquí mencionadas, en unión de los metales cobre, plata, oro, platino, tantalio, molibdeno, níquel, wolframio, latón y kovar (aleación compuesta aproximadamente de 53,7% de hierro, 29% de níquel, 17% de cobalto y 0,3% de manganeso, calculados en peso). Con algunos de estos metales se produce una fuerte reacción química, y disolución visible del mismo en el vidrio; con otros, la reacción química es débil. Sin embargo, se han efectuado y probado ligas con todos estos materiales conductores, y resultan firmemente adherentes. Si bien el poder humectante de estas composiciones vítreas para el aluminio no es tan bueno como el de cualquiera de los materiales enumerados antes, se han encapsulado por inmersión dispositivos con conductores de aluminio. Pruebas de humedad practicadas con esos dispositivos encapsulados, entre ellas la de exposición prolongada a 100% de humedad, no han revelado escape apreciable o merma de características por efecto del mismo. Sin embargo, cuando se considere conveniente el empleo de un conductor de aluminio, es preferible revestirlo de uno de los otros metales precitados, por

249413

28



ejemplo, de oro o de plata. El plateado adicional puede justificarse, pues el coeficiente de expansión térmica del aluminio se aproxima mucho al de las composiciones vítreas. Por tanto, este material conductor es preferible cuando haya de estar expuesto a temperaturas sumamente bajas.

5

El aparato de laboratorio para deposición en forma de vapor que muestra la figura 8 se ha empleado con éxito para esta clase de encapsulación con vidrios de las composiciones reseñadas. El aparato consta de una plataforma -55- y una campana ajustada -56-, herméticamente acoplada a la plataforma -55- con un anillo -57- de neopreno. La atmósfera dentro de la campana -56- y la plataforma -55- se desaloja extrayendo el aire por el tubo -58-, conectado a una bomba de vacío no representada. La composición vítrea -59- que ha de depositarse en vapor se dispone en polvo u otra forma conveniente en el receptáculo -60-, sustentado a su vez dentro de la espira más alta de la resistencia cónica arrollada -62-, sujeta con grapas -63 y -64-, que están fijadas a portaelectrodos -65- y -66-. Estos se hallan conectados eléctricamente a un generador de energía -67- por medio de conductores de alambre -68- y -69-. El artículo -70- que ha de recubrirse por el vapor, por ejemplo, un cuadro de conexiones impreso, se sujeta mediante una grapa -71- fijada al soporte -72-. Pueden utilizarse medios para hacer girar el soporte -72-, y otros no representados, a fin de mover el artículo -70- con relación al material vítreo -59-.

10

15

20

25

Todas las clases de vitrificación de las figuras 1 y 4, y los sistemas combinados y substituídos ya descritos, pueden ser depositados en vapor. Son composiciones ejemplares obtenidas de este modo las designadas por puntos -8- en la

30

249413

28 ABR

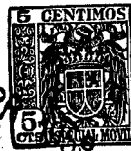


figura 1 y por puntos -17- en la figura 4.

Composiciones como las definidas aquí pueden depositarse en vapor partiendo de material vítreo o de una mezcla en polvo o equivalente, sobre un substrato calentado o frío. Se considera muy ventajosa en estas composiciones la seguridad de producir un revestimiento relativamente grueso (de 1,5 milésimas de pulgada o más) sobre un substrato calentado o no, pues los vidrios corrientes se depositan con dificultad en forma de vapor sobre un substrato calentado.

Aunque cualquiera de las composiciones empleadas como materia prima en este invento produce, depositada en vapor, un vidrio monofásico homogéneo, debe advertirse que a veces sobrevienen desviaciones entre el material de origen y las composiciones depositadas. En este aspecto, se ha observado que la presión de vapor del sulfuro de arsénico estequiométrico es algo mayor que la del talio o la de cualesquiera compuestos de talio contenidos en el sistema arsénico-azufre-talio. Por consiguiente, cuando un material se vaporiza hasta agotarlo, la composición depositada al principio se aproxima más al As_2S_3 , y la depositada al final es más rica en talio. Aunque esto no se considera importante en la mayoría de los procedimientos de encapsulación, pues el efecto principal de una variación del contenido en talio es un cambio en la viscosidad de 30 poises y en el punto de ablandamiento, la composición depositada se puede homogeneizar calentando el substrato durante la deposición o después, si se emplea una provisión relativamente grande o continua (infinita) de vidrio. La composición depositada que interesa puede producirse regulando la composición inicial según convenga. Como ya se ha indicado, los vidrios seleníferos del sistema arsénico-talio-



249413

selenio o de sistemas arsénico-azufre-talio substituídos producen una humectación algo mayor que los vidrios sin selenio. En particular, se ha observado que son sumamente adherentes los enlaces entre vidrios seleníferos y un gran número de materiales orgánicos e inorgánicos, entre ellos carbono; materiales cerámicos, incluyendo los que contienen sílice y alúmina; otros materiales vítreos, como borosilicatos y polimerizados, incluso hidrocarburos halogenados, por ejemplo, perfluorados.

10 Los entendidos en la materia conocen bien los procedimientos de deposición, así como el efecto de la variación del espaciado y de otros parámetros en los mismos. No se considera necesario por ello exponerlos con detalle en esta descripción. En general, se ha comprobado que, operando con un material -59- de 1 cm. de diámetro aproximado, se produce un revestimiento de espesor uniforme sobre un objeto -70- de 15 3 cm. de dimensión máxima a una distancia de 15 cm.; un aumento de distancia entre el material de origen y el objeto no reduce la uniformidad de la capa depositada, pero aumenta el tiempo necesario para obtener cualquier espesor dado. Disminuyendo esa distancia, el espesor puede resultar desigual, aunque no se quiera.

20 La figura 9A muestra un dispositivo semiconductor -75- conectado al colector térmico -76- por medio de los electrodos 25 -77- y -78-. Se considera que la porción sensible del dispositivo -75- es su superficie de arriba, a la que se conecta el electrodo -78-, o bien una zona situada por encima del colector -76-. La preforma -79-, que puede ser una masa de polvo comprimido de cualquiera de las composiciones vítreas aquí 30 descritas, en forma de un corto trozo de tubo, se coloca

249413

28 ABR 6



encima del conductor -78-, en contacto con la cara superior del dispositivo -75-.

5 La temperatura del bloque moldeado previa -79- se eleva luego a su punto de fluidez, que se mantiene durante un período suficiente para producir un flujo a través del dispositivo -75- y un enlace entre el vidrio y el colector de calor -76-. Las temperaturas de fluidez para estos vidrios son intermedias entre las de 30 poises y de ablandamiento. Por ejemplo, una composición vítrea con 15:85% en peso de arsénico-
10 azufre y punto aproximado de ablandamiento a 25°C y de 30 poises alrededor de 350°, ha resultado bastante fluido a un orden de temperaturas entre 160 y 170°C para producir flujo o circulación a través del dispositivo reseñado en un período de diez a quince minutos.

15 En la figura 9B se ve que la preforma -79- se ha deformado calentándola, con el resultado de encapsular el dispositivo -75- y enlazarlo herméticamente a la cara superior del colector térmico -76-.

20 Aunque bajo un aspecto experimental parece ser más favorable la encapsulación por inmersión, los procedimientos industriales utilizarán seguramente preformas. Aplicando tales elementos prefabricados, el medio vítreo se puede incorporar al dispositivo inmediatamente después de elaborado, y es posible encapsular después un gran número de dispositivos
25 con esos detalles manteniéndolos a temperaturas moderadas durante períodos bastante breves.

30 Las figuras 10 y 11 presentan curvas trazadas a base de datos de maduración forzada tomados de dispositivos de silicio diluido en fósforo-boro, encapsulados en composiciones vítreas según este invento. Los procedimientos seguidos son

249413

28



los corrientes utilizados en general para blindar aparatos. En dispositivos encapsulados a escala industrial, se espera que la maduración revele cualesquiera defectos latentes y estabilice de otro modo las características funcionales, lo que suele traducirse en características algo inferiores a las del dispositivo antes de encapsularlo. En el caso de dispositivos enlatados, la maduración tiene por objeto descubrir los escapes gases y señalar cualquier merma de características por causas iónicas u otras. Tales pruebas de maduración forzada se realizan habitualmente en diversas condiciones. Los dispositivos de diodo, por ejemplo, se pueden orientar hacia delante o al contrario a diferentes tensiones. Generalmente se admite que la maduración forzada más rigurosa se practica en condiciones que produzcan el calentamiento más enérgico del dispositivo. Por consiguiente, la merma de características y la estabilización de dispositivos de producción industrial es rápida sobre todo en condiciones de orientación hacia delante, porque la corriente mucho más intensa y el calor joule alcanzado se traduce en un aumento notablemente mayor de la temperatura.

A diversos intervalos prefijados durante la maduración forzada se suprime la orientación de ésta, se polariza a la inversa el dispositivo, y se mide la corriente de fuga. Las unidades de ordenada en las figuras 10 y 11, expresadas en milimicro-amperes, denotan la medida de tales corrientes de fuga. Es corriente medir éstas con una polaridad invertida que es una fracción substancial de la tensión de ruptura del dispositivo en ensayo. Los dispositivos de donde se tomaron los datos de la figura 10 eran diodos de baja tensión, con la de ruptura alrededor de 55 voltios. Las corrientes de fuga se



5 midieron con una orientación invertida de 30 volts. Los dispositivos de donde se tomaron los datos de la figura 11 eran diodos de alta tensión, proyectados para una tensión de ruptura superior a 200 volts, y las corrientes de fuga se midieron con una polaridad invertida de 60 volts. Debe señalarse a este propósito que la capacidad portadora de corriente de un dispositivo depende, al menos en parte, del tamaño del colector de calor a que esté asociado el dispositivo. Como no se utilizaron estos colectores en los dispositivos aquí estudiados, y éstos se proyectaron para uso con tales colectores, se considera que las corrientes de fuga fueron medidas en condiciones particularmente rigurosas.

10 Los dispositivos de la figura 10 se encapsularon por inmersión en un vidrio compuesto de 35% de arsénico, 5% de talio y 60% de azufre en peso. Por las curvas se ve que la corriente de fuga mostraba una tendencia regular decreciente en todos los aparatos ensayados, y que el descenso medio en la prueba de mil horas fue de un solo orden de magnitud. Durante la prueba, estos dispositivos estuvieron orientados o polarizados hacia delante lo necesario para producir una circulación constante de 200 miliamperes.

20 Los dispositivos indicados en la figura 11 se encapsularon en una composición de 15% de arsénico y 85% de azufre en peso. Se observa que las corrientes de fuga se han reducido en un 30% con relación a sus valores iniciales.

25 Los datos de las figuras 10 y 11 son sólo una pequeña parte de una amplia serie de ensayos realizados para determinar el efecto de medios envolventes vítreos. En general, por los datos expuestos, y por medidas similares efectuadas con otros dispositivos, se ha observado que las corrientes de fuga

30

28 ABR



5 en dispositivos encapsulados en vidrio disminuyen uniformemente por maduración forzada, y que la mejora así obtenida es proporcional a la rigurosidad de la prueba, mayor cuando las condiciones son más duras. Datos comparativos obtenidos con dispositivos del mismo tipo encapsulados por métodos industriales, muestran respuestas variables a la maduración forzada en condiciones similares: unos, cierta ligera mejora; otros, estabilidad rápida, y otros, notable merma de las características funcionales.

10 Debe hacerse notar que los expertos en la materia suelen emplear la maduración forzada para blindar aparatos de conformidad con las características funcionales. No se espera que ningún acondicionamiento de ese género proporcione una mejora de tales características. En el caso de los dispositivos encapsulados en vidrio cuyos datos se registran en las

15 figuras 10 y 11, y en el de otros dispositivos así encapsulados, y probados de manera análoga, las características funcionales habían mejorado uniformemente, y esta uniformidad asegura en alto grado una posible reproducción.

20 Los aparatos probados conforme a los ensayos de maduración de las figuras 10 y 11 no se eligieron previamente, y el informe comprende todos los dispositivos incluidos en cada ensayo. En el examen comparativo de aparatos enlatados, un grupo representativo tan grande como el registrado en la figura

25 10 mostró invariablemente algunos fallos, probablemente a causa de fugas. Aunque se advierte que las características de maduración de tales dispositivos variaron algo en este caso, no hubo fallos. Todos los aparatos tenían corrientes de fuga suficientemente bajas antes de la prueba para satisfacer las

30 normas industriales aplicables a cada uno de los tipos. Aunque

249413

28 ABR



5 la mejora notada fue obra de una maduración dinámica delibe-
rada, debe señalarse que estas pruebas se consideraron como
de maduración acelerada, y que en todos sentidos indican ca-
racterísticas propias de un uso efectivo. Por consiguiente, el
funcionamiento real de dispositivos encapsulados en vidrio de
conformidad con este invento revela mejora de las caracterís-
ticas funcionales aproximadas a las expuestas en las figuras
10 y 11, en proporción a como las condiciones combinadas de
régimen y el tiempo en servicio real se aproximan a las regis-
10 tradas de ensayo. De manera análoga, la maduración forzada o
el uso real de otros elementos de circuito o de conjuntos o
subconjuntos encapsulados en cualquiera de estos medios ví-
treos producirá una mejora de características funcionales so-
bre los elementos encapsulados a escala industrial o no encap-
15 sulados, puesto que toda merma de características deriva de
la presencia de impurezas iónicas.

Otra tendencia importante se nota en las curvas de
las figuras 10 y 11. Así como de la maduración forzada durante
períodos del orden de mil horas ha resultado un descenso subs-
20 tancial de corriente de fuga, se ve que no hay convergencia
substantial de las características, ni igualación apreciable
de las curvas. Por consiguiente, ha de suponerse que la madu-
ración y/o el uso real ulteriores se traducirán en más elimi-
nación iónica y en creciente mejora de las características
25 funcionales.

Las figuras 10 y 11 demuestran la mejora de caracte-
rísticas funcionales resultante de la maduración forzada. Los
dispositivos así ensayados se prepararon de acuerdo con normas
industriales de limpieza, y eran aceptables en todos sentidos
antes del ensayo. Como se ha indicado antes, puede producirse
30



mejora de características funcionales en dos fases del proceso previo al funcionamiento. La primera fase, que es la encapsulación propia, ha producido en ciertos casos una disminución sensible de la corriente de fuga; este efecto era más pronunciado cuando el dispositivo no se había limpiado bien antes de encapsularlo, y por ello contenía una concentración mayor de impurezas iónicas en su superficie. Como es natural, tal efecto aumenta a medida que se prolonga su exposición al material fundido, y por ello es más evidente al encapsular por inmersión que al hacerlo por deposición como vapor, especialmente sobre un substrato no calentado. También se ha comprobado que es posible conseguir una mejora apreciable calentando simplemente los artículos encapsulados durante varias horas, a temperaturas del orden de 100 a 200°C. Como se indica anteriormente, el éxito de este tratamiento depende en parte de los puntos de ablandamiento de los medios envolventes, y la mejora es mayor al calentar dispositivos encapsulados en composiciones de puntos de ablandamiento más bajos, por ejemplo, en la zona rica en azufre que abarcan las líneas trazadas entre los puntos -4-, -5- y -6- de la figura 1. Sin embargo, aunque las composiciones de punto de ablandamiento menor parecen proporcionar una mejora algo mayor de las características funcionales, para un tiempo y una temperatura de maduración determinados, se espera que todos los elementos encapsulados en cualquiera de las composiciones aquí descritas alcancen finalmente un estado en el que sus características sean insensibles a impurezas iónicas. Este valor definitivo depende, como es natural, del aparato mismo más que de la naturaleza del medio vítreo envolvente.

Las siguientes tablas ilustran el ventajoso cambio de

240413



5 características que puede producirse durante la encapsulación o la maduración acelerada en reposo subsiguiente (en la que el dispositivo se mantiene a una elevada temperatura, sin circulación de corriente). La siguiente tabla se refiere a diodos de silicio difundido en azufre-boro, con alta tensión de ruptura. Las dos columnas indican corrientes de fuga I_R antes y después de encapsular, con una polaridad invertida de 200 volts. El vidrio empleado se componía de 19,5% de arsénico, 79,5% de azufre y 1,0% de talio, calculados en peso; 10 las unidades se expresan en milimicro-amperes.

Tabla III

	<u>I_R antes de encapsular</u>	<u>I_R después de encapsular</u>
	90	22
15	80	22
	130	35
	90	47
	58	20
	80	41
20	100	30

La máxima corriente de fuga tolerable, de acuerdo con los detalles de fabricación de los dispositivos de elevada tensión de ruptura ensayados en la tabla III, es de 100 milimicroamperes en las condiciones del ensayo. Se ve, pues, que 25 cada uno de los dispositivos sumergidos, con excepción del tercero, satisfacen los requisitos industriales fijados para este dispositivo antes y después de la inmersión. En este aspecto, es interesante señalar que la mejora de corriente de fuga en el tercer aparato fue del mismo orden de magnitud que 30 en los otros.

28 ABR



5 La tabla IV expone las corrientes de fuga precedentes y consecutivas, medidas en diodos de silicio de baja tensión, de un tipo industrial graduado a la de ruptura de 52 volts. Las corrientes de fuga se midieron con una polaridad invertida de 40 volts. El vidrio empleado contenía 85% de azufre y 15% de arsénico en peso. Las unidades se expresan en milimicroamperes.

Tabla IV

	<u>I_R antes de encapsular</u>	<u>I_p después de encapsular</u>
10	45	13
	24	20
	24	3.2
	36	13
15	22	3.5
	44	12

Todos estos aparatos satisficieron los requisitos del plan de fabricación antes y después de encapsularlos.

20 La tabla V contiene datos análogos relativos a seis diodos de silicio con tensión de ruptura de 52 volts, del tipo ya reseñado. La corriente de fuga se midió con una polaridad invertida de 40 volts. El medio envolvente vítreo contenía en peso 60% de azufre, 35% de arsénico y 5% de talio. Las unidades se expresan en milimicroamperes.

Tabla V

	<u>I_R antes de encapsular</u>	<u>I_R después de encapsular</u>
25	24	4.6
	26	12
30	22	5.8
	24	12
	26	4.7
	26	12

249413

28

AB



5

Los siguientes resultados expuestos demuestran la mejora adicional que puede obtenerse mediante maduración acelerada estática o en reposo. Debe señalarse de nuevo que los entendidos en la materia sólo consideran como maduración acelerada en reposo el simple calentamiento del dispositivo o conjunto encapsulado, sin circulación de corriente a través del mismo. Se espera, por tanto, que cualquier resultado así obtenido se conseguiría también con maduración en reposo normal o no acelerada.

10

La tabla siguiente indica corrientes de fuga en diodos de baja tensión de ruptura del tipo antes descrito, después de la encapsulación y también después de calentar durante 17 a 19 horas a una temperatura de 130°C. El vidrio empleado era una composición de 60% de azufre, 35% de arsénico y 5% de talio en peso. Las corrientes invertidas se midieron con una polaridad de 40 volts, o al rededor de 12 volts por debajo de la de ruptura prevista. Las unidades se expresan en milimicroamperes.

15

Tabla VI

20

<u>I_R después de encapsular</u>	<u>I_R después de calentar</u>	
26	0.9	
200	4.0	
270	1.0	
25	26	1.6
200	1.2	
2000	2.1	

25

30

Los aparatos ensayados de la tabla VI eran aceptables, de acuerdo con las normas pertinentes de fabricación, sólo si su corriente invertida, en las condiciones de ensayo indicadas,



era de menos de 200 milimicroamperes. Por consiguiente, se ve que cuatro de las seis unidades ensayadas eran "desechos", aparentemente sin mejora apreciable por la inmersión. Es interesante señalar que, aún en estos casos, calentando a una temperatura moderada de 130°C, poco más o menos, durante menos de un día, produjo una reducción de la corriente de fuga a cifras comprendidas dentro de los límites prefijados.

Los dispositivos a que corresponden los datos registrados en la tabla VII son diodos de empalme difuso con alta tensión de ruptura. De acuerdo con las normas de fabricación aplicables, pueden aceptarse tales dispositivos si su corriente de fuga, con una orientación invertida de 200 volts, no excede de 200 milimicroamperes. Sin embargo, el límite de corriente de fuga aquí aplicado en los ensayos de maduración, para aparatos encapsulados en vidrio según este invento, fue de 30 milimicroamperes en este grupo particular. Todos los dispositivos comprendidos en esta tabla son, por consiguiente, "defectuosos", y representan un 20% del total de unidades de una serie de encapsulación en vidrio. Éste se componía de 60% en peso de azufre, 35% de arsénico y 5% de talio. La primera columna contiene una relación de corrientes de fuga después de la inmersión; la segunda, los valores respectivos, para los mismos aparatos, después de maduración estática durante 16½ horas a 150°C al aire. Las unidades se expresan en milimicroamperes.

Tabla VII

<u>I_r después de encapsular</u>	<u>I_r después de calentar</u>
Más de 1000	9
300	6
55	11
Más de 1000	3
60	20
300	150



249413

Se ve que el tratamiento térmico de estas "unidades rechazadas" por defectuosas sirvió para restituir cinco de las seis al margen permisible de 30 milimicroamperes.

5 Comparando los datos indicados en las tablas VI y VII con los de las figuras 10 y 11, se aprecia que puede lograrse en las condiciones funcionales por maduración forzada acelerada una mejora del mismo orden de magnitud que por aceleración estática acelerada. Ambos tipos de ensayo acelerado tienen por único objeto indicar las características variables resultantes de la maduración en reposo o del uso efectivo. Sin embargo, cuando interesa producir dispositivos con las mejores propiedades iniciales, o se desea recuperar dispositivos que no se ajusten a las normas de fabricación, puede ser conveniente introducir uno u otro tipo de maduración acelerada como 10 fase regular de fabricación, después de encapsular, asociada a estos métodos. De los datos aquí expuestos, y de otros representados por ellos, se desprende que sería lo mejor dar a esta fase la forma de maduración térmica y no forzada. Para conseguir resultados óptimos, tal maduración térmica debería practicarse a la temperatura máxima tolerable dentro de las posibilidades industriales. En general, el límite máximo de esa temperatura es el punto de ablandamiento de la composición vítrea particularmente empleada, aunque pueden aplicarse con 15 ventaja temperaturas más altas, particularmente si se permite cierto flujo o éste se restringe por medio de un recipiente externo. Se espera que el grado de mejora resultante de tal 20 maduración térmica sea proporcional a la relación entre la temperatura empleada y la de ablandamiento, en una escala absoluta. Por consiguiente, parece que en este aspecto son 25 30 preferibles los vidrios con puntos de aplicación mínimos

28 49
249413
5 CENTIMOS
6
OBS. SP. 10/14/1907

permisibles para el uso particular a que se destine el dispositivo. Al hablar de la figura 1 se expuso el orden mínimo de puntos de ablandamiento de las vidrios de arsénico-azufre-talio.

5 Los medios vítreos envolventes de este invento se han reseñado ante todo desde el punto de vista de la eliminación iónica y de la mejora resultante de características obtenida en una clase de dispositivos sensibles encapsulados provechosamente en tales composiciones. Las características de los
10 vidrios mencionados son también ventajosas en otros sentidos, para los usos descritos y para otros. Las resistividades de masa de los vidrios de arsénico-azufre-talio oscilan entre 10^{12} y 10^{14} ohms; y las del sistema arsénico-selenio-talio, entre 10^6 y 10^{16} . Las constantes dieléctricas de vidrios de
15 ambos sistemas varían respectivamente de 4 a 13 y de 6 a 20. Las pérdidas dieléctricas aproximadas de estos materiales, medidas a un megaciclo, son del orden de 0,0005 y 0,0001, respectivamente.

20 Los vidrios de estas composiciones presentan ciertas características poco corrientes como medios de unión o de enlace. Se ha observado que cuando interesa en primer término un enlace inherente, puede convenir la inclusión de selenio como ingrediente. Una composición de 35% de selenio, 60% de azufre y 5% de arsénico ha resultado útil para formar enlaces
25 adherentes con materiales vítreos que comprenden vidrio 0080, un vidrio de cal sodada compuesto en peso de 73,6% de SiO_2 , 16% de Na_2O , 0,6% de K_2O , 5,2% de CaO , 3,6% de MgO y 1% de Al_2O_3 , y vidrio 7740, borosilícico, compuesto de 80,5% en peso de SiO_2 , 12,9% de B_2O_3 , 2,2% de Al_2O_3 , 3,8% de Na_2O y
30 0,4% de K_2O ; y también con materiales poliméricos orgánicos

249413

28 46



5

10

15

20

25

30

como el politrifluorocloroetileno expendido con el nombre comercial "Kel-F" y fabricado por la Minnesota Mining & Manufacturing Company, y el politetrafluoroetileno que suministra la casa Du Pont con el nombre comercial de "Teflon", Este vidrio se ha empleado asimismo para formar un cierre hermético alrededor de conductores en resistencias de carbono depositado, condensadores de botón de mica y válvulas termoiónicas. El enlace hermético se midió en un detector de fugas de helio, y el resultado fue de menos de $26,6 \times 10^{-10}$ c.c./segundo (límite del aparato de prueba),

Los datos de ensayos expuestos se ajustan a un parámetro sumamente sensible a impurezas iónicas en una clase de dispositivos en donde este parámetro es esencial. Las impurezas iónicas se consideran en general nocivas en todos los elementos de circuito y los conjuntos y subconjuntos que los comprenden, pues no sólo ocasionan una merma inicial en las características importantes, sino también un descenso gradual de las mismas durante el uso; tales impurezas se mueven por influencia de campos electrostáticos inherentes a los dispositivos o introducidos en ellos mientras funciona el circuito. Los materiales vítreos y los métodos de encapsulación de este invento se consideran únicos en cuanto dan por resultado la eliminación y captación consiguiente de dichas impurezas, con lo que evitan la tendencia a reducir las características sensibles a esta fuente de contaminación. Los artículos encapsulados de acuerdo con este invento muestran una mejora de esas características (más evidente cuando la contaminación es intensa), tanto al encapsularlos como al madurarlos, en reposo o dinámicamente, con aceleración o sin ella. Esta mejora de características mediante maduración se expone aquí con relación

249413

28 AB



5

a dispositivos preparados de acuerdo con el máximo grado de limpieza industrial. La mayoría de los elementos a que se refieren los datos aquí recogidos eran aceptables antes de encapsularlos y antes de madurarlos. La pequeña minoría de los que subsisten inaceptables desde el punto de vista industrial, después de la encapsulación por estos métodos, se recuperan generalmente con exceso por medio de un lapso moderado de maduración térmica o forzada.

10

15

20

Por su condición intrínseca de materiales eliminadores de iones, los límites de impureza de los mismos en las composiciones vítreas descritas no se consideran críticos o esenciales, y se han realizado pruebas con vidrios preparados de ingredientes de grado OP. Las normas corrientes de limpieza hoy en uso en la industria de semiconductores, y aplicadas a otros dispositivos y conjuntos en que hayan de emplearse los vidrios, son ciertamente adecuadas para observarse en encapsulaciones vítreas de las características apuntadas. Aunque se espera que cualquier composición de las expuestas, preparadas según normas industriales para cualquiera de los usos indicados, se mantenga bien por debajo de los límites máximos de concentración de impurezas, puede advertirse que no conveniría emplear ninguno con más de 0,1% de impurezas iónicas totales. Son impurezas de este género especialmente los metales alcalinos, como el sodio, y también la plata.

25

30

Se tiene por evidente que la mejora de características aquí referida obedece al propio uso de medios envolventes, y no a los procedimientos particulares de encapsulación empleados. En su mayor parte, los datos expuestos corresponden a dispositivos encapsulados por inmersión, procedimiento muy conveniente en el laboratorio. Se ha explicado la utilidad de

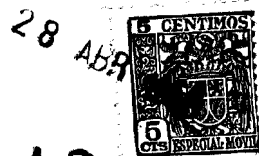
28 ABR



24413

5 estas composiciones vítreas para encapsular por otros métodos, de los cuales son particularmente adecuados en el aspecto industrial la deposición como vapor y el uso de preformas. El primero sirve no sólo para la encapsulación en masa de dispositivos, sino también para revestir zonas sensibles de agregados que comprendan elementos eléctricos. Un ejemplo de tal agregado es el cuadro de conexiones impreso. Estas composiciones vítreas constituyen un enlace adherente con todos los tipos de materiales hoy en uso como substratos y como elementos. Son evidentes las posibles variaciones en los procedimientos de encapsulación y otras ligeras en las mismas composiciones vítreas, todas las cuales se consideran dentro de los fines del invento.

15 Igualmente se ha explicado lo relativo al uso de materiales amorfos descritos aquí ante todo como eliminadores. Por tanto, su empleo puede substituir el calentamiento en vacío u otro procedimiento de limpieza asociado al enlatado o envase de que se trate. Para tales usos, aunque se requiere al menos la humectación local del dispositivo, no es indispensable el cierre hermético completo del dispositivo, pues realiza tal función un recipiente externo. Tales revestimientos incompletos proporcionan la mejora mencionada de características. Cuando el objeto principal sea la depuración o eliminación, el medio puede adoptar la forma de relleno en polvo seco, y el dispositivo envuelto se elevará en su caso a una temperatura suficiente para producir flujo y humectación.



=====: N O T A :=====**249413**

Se reivindica como objeto de esta patente:

5 1.- Procedimiento para proteger o encapsular elementos de circuitos eléctricos, caracterizado por revestir total o parcialmente, el elemento de circuito con una composición vítrea monofásica que comprende arsénico y uno o más elementos del grupo consistente en azufre y selenio.

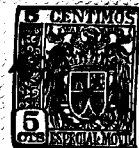
10 2.- Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado porque la citada composición vítrea comprende además talio.

15 3.- Procedimiento según las reivindicaciones 1 o 2, caracterizado porque en la composición vítrea se reemplazan hasta 20 moles por 100 de arsénico por uno o más elementos elegidos del grupo que forman el antimonio y el bismuto; hasta 20 moles por 100 del talio se reemplazan por uno o más elementos del grupo integrado por estaño, indio y plomo; y hasta 20 moles por 100 del elemento mencionado en la reivindicación 1, se reemplazan por telurio.

20 4.- Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado porque la citada composición vítrea monofásica es del sistema ternario arsénico-talio-azufre, y está comprendida dentro de la zona del diagrama de composición ternaria de estos tres elementos, definido por las líneas rectas que unen los siguientes puntos de composición:

25 65% de arsénico, 0% de talio y 35% de azufre;
25% de arsénico, 55% de talio y 20% de azufre;
22% de arsénico, 46% de talio y 32% de azufre;
33% de arsénico, 7% de talio y 60% de azufre;
10% de arsénico, 0% de talio y 90% de azufre.

30 5.- Procedimiento según las reivindicaciones 1 y 4,



249413

caracterizado porque dicha zona está delimitada por las líneas rectas que unen los siguientes puntos de composición:

- 33% de arsénico, 7% de talio y 60% de azufre;
- 10% de arsénico, 0% de talio y 90% de azufre;
- 33% de arsénico, 0% de talio y 67% de azufre.

5

6.- Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado porque la composición vítrea monofásica es del sistema ternario arsénico-talio-selenio, y está comprendida dentro de la zona del diagrama de composición ternaria de estos tres elementos definida por las líneas rectas que unen los siguientes puntos de composición:

10

- 56% de arsénico, 0% de talio y 44% de selenio;
- 30% de arsénico, 30% de talio y 40% de selenio;
- 30% de arsénico, 40% de talio y 30% de selenio;
- 20% de arsénico, 50% de talio y 30% de selenio;
- 5% de arsénico, 50% de talio y 45% de selenio;
- 5% de arsénico, 0% de talio y 95% de selenio;

15

7.- Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, caracterizado porque el citado elemento de circuito eléctrico se recubre por inmersión en una masa fundida de la composición vítrea, durante cuya inmersión, la composición vítrea moja al menos una porción de la superficie de dicho elemento, y se deja luego solidificar la capa humedante así formada.

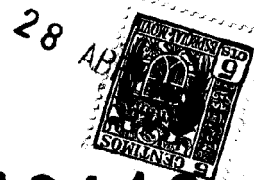
20

25

8.- Procedimiento según la reivindicación 7, caracterizado porque el elemento de circuito se retira del vidrio después de la inmersión.

30

9.- Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, caracterizado porque el elemento de circuito se recubre mediante deposición de la citada composición vítrea en



249413

forma de vapor, en un vacío parcial.

10.- Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9, caracterizado porque dicho elemento es parte de un agregado o conjunto eléctrico.

5 11.- Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9, caracterizado porque el citado elemento es un repetidor o traductor semiconductor.

10 12.- Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 11, caracterizado porque el elemento de circuito ya revestido se madura térmicamente a elevada temperatura durante varias horas.

13.- Procedimiento para proteger o encapsular elementos de circuitos eléctricos.

Esta memoria consta de cuarenta y dos páginas, escritas por una sola cara.

BARCELONA, 28 ABR 1959

P. A.

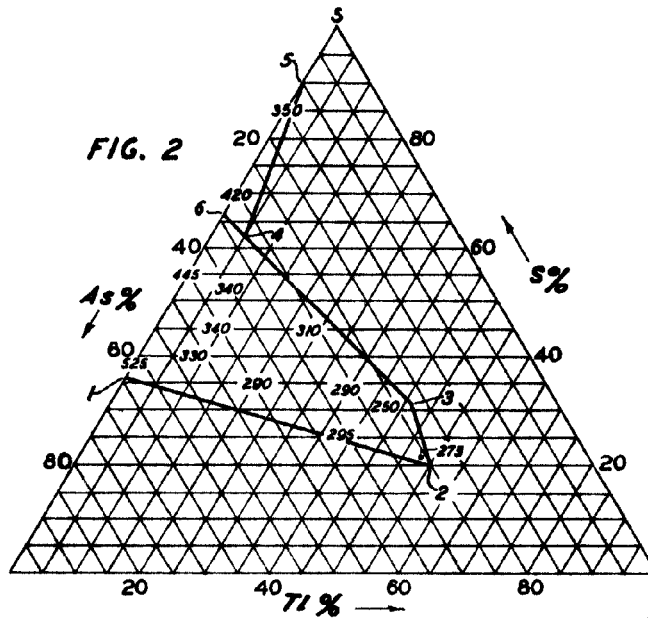
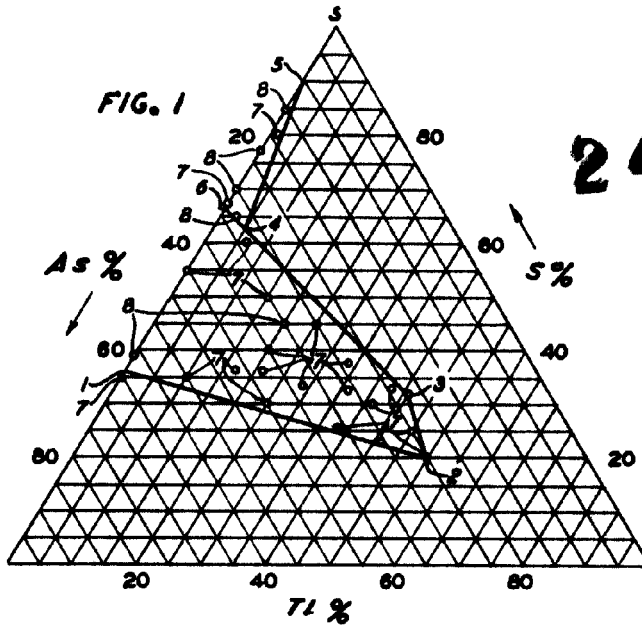
JOSÉ M. GILBERT
S. R.





Flaschen-Pearson 3/6 - 1/2

249413



P.A.
JOSE M. SOLIMAN
P.

FIG. 10

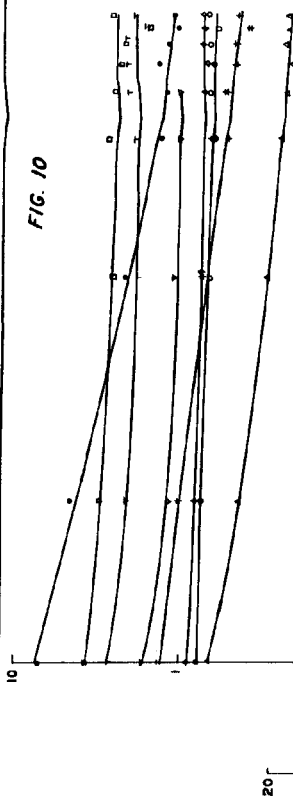


FIG. 11

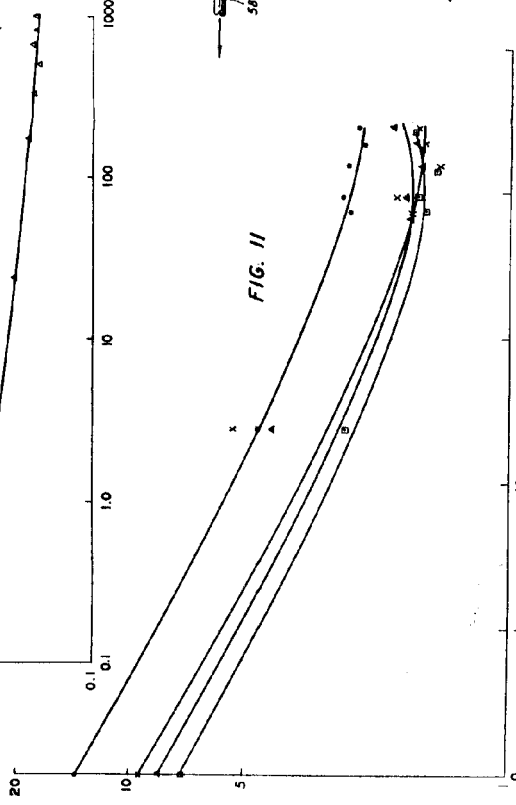


FIG. 6A

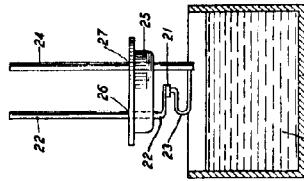


FIG. 7A

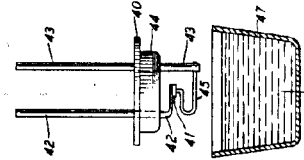


FIG. 6B

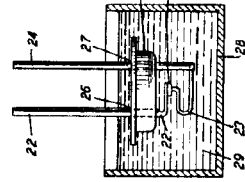


FIG. 6C

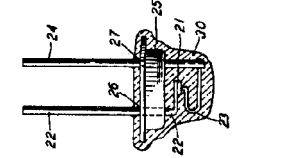


FIG. 5

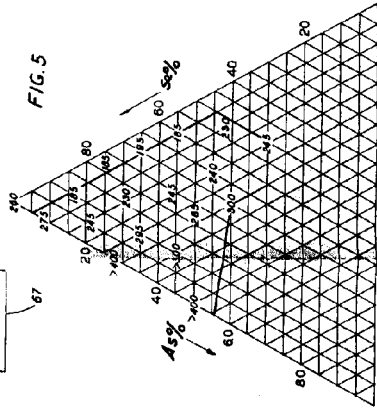


FIG. 9A

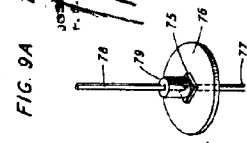


FIG. 9B

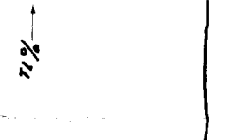


FIG. 7B

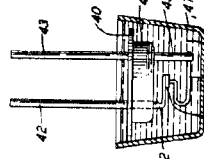


FIG. 7C

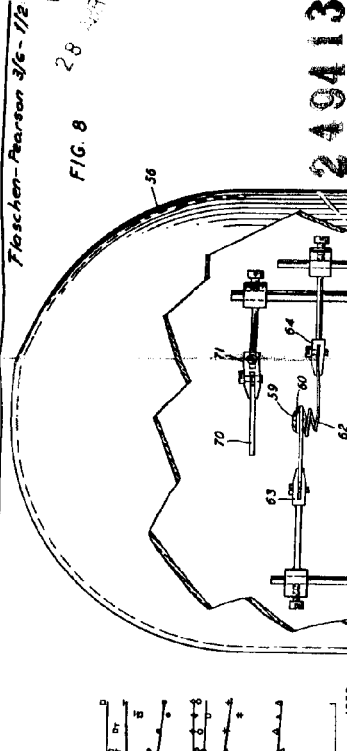
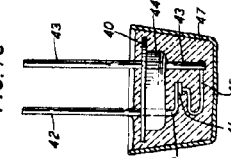


FIG. 8

28

Flaschen-Reiniger 3/6-1/2

249413