



(19)



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 292 912**

(51) Int. Cl.:

C08L 83/04 (2006.01)

H01L 33/00 (2006.01)

C08G 59/42 (2006.01)

(12)

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

(86) Número de solicitud europea: **03256305 .8**

(86) Fecha de presentación : **07.10.2003**

(87) Número de publicación de la solicitud: **1408087**

(87) Fecha de publicación de la solicitud: **14.04.2004**

(54) Título: **Mezclas de resina de epoxi polisiloxano, dispositivos en estado sólido encapsulados con ellas y método.**

(30) Prioridad: **07.10.2002 US 265422**

(45) Fecha de publicación de la mención BOPI:
16.03.2008

(45) Fecha de la publicación del folleto de la patente:
16.03.2008

(73) Titular/es: **GENERAL ELECTRIC COMPANY**
1 River Road
Schenectady, New York 12345, US

(72) Inventor/es: **Gorczyca, Thomas Bert**

(74) Agente: **Carvajal y Urquijo, Isabel**

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

DESCRIPCIÓN

Mezclas de resina de epoxi polisiloxano, dispositivos en estado sólido encapsulados con ellas y método.

5 Esta invención se relaciona con mezclas de epoxi resina y dispositivos en estado sólido encapsulados con ellas. La invención también se relaciona con un método para encapsular un dispositivo en estado sólido.

10 Los dispositivos en estado sólido, algunas veces también denominados dispositivos semiconductores ó dispositivos optoelectrónicos, incluyen diodos que emiten luz (DELs), dispositivos acoplados en carga (DACs), integraciones de gran escala (IGEs), fotodiodos, superficies de cavidad vertical que emiten láser (SCVELs), fototransistores, fotoacopladores, acopladores optoelectrónicos y similares. Tales dispositivos exhiben frecuentemente necesidades especiales de empaque. Los DELs blancos en estado sólido de alta eficiencia y alto lumen requieren un novedoso material de empaque que puede resistir condiciones más demandantes que aquellos requeridos por los DELs típicos de baja intensidad y mayor longitud de onda. Los materiales de empaque comunes soportarán frecuentemente una pérdida gradual de propiedades ópticas y mecánicas debido a la combinación de procesos térmicos, oxidativos y de fotodegradación.

15 Existe así una continua necesidad por materiales de empaque novedosos para dispositivos de estado sólido, siendo deseable que tales materiales de empaque posean propiedades tales como alta transmisión en un rango de longitud de onda desde el UV cercano hasta el visible, estabilidad térmica de largo plazo, estabilidad oxidativa, estabilidad al UV, cumplimiento térmico, resistencia a la humedad, transparencia, resistencia a la ruptura, características de pulimento, compatibilidad con otros materiales usados para envolver dispositivos de estado sólido, con bajo índice de color y alto índice reflectivo.

20 Los presentes inventores han descubierto mezclas de resina preservable apropiadas idealmente para encapsulamiento de dispositivos de estado sólido tales como diodos emisores de luz.

25 De acuerdo con un primer aspecto de la invención, se suministra una mezcla de epoxi resina preservable para el encapsulamiento de un dispositivo en estado sólido, la cual incluye (A) una resina de silicona que incluye una resina de silicona hidroxifuncional, (B) una epoxi resina que incluye una epoxi resina de bisfenol A, (C) un agente preservante de anhídrido que incluye anhídrido hexahidro-4-metilftálico, (D) un surfactante de siloxano que incluye siloxano funcionalizado con óxido de etileno y (E) un catalizador auxiliar de preservación octoato de cinc, donde el componente (A) está presente en un nivel superior a 40% en peso; el componente (B) está presente en un rango entre 1% en peso y 20% en peso; el componente (C) está presente en un nivel inferior a 40% en peso; y los componentes (D) y (E) están presentes en un nivel que está en el rango entre 0,008% en peso y 10% en peso basado en el peso combinado de resina de silicona (A), epoxi resina (B), agente preservante de anhídrido (C), surfactante de siloxano (D), y (E) catalizador auxiliar de preservación.

30 De acuerdo con un segundo aspecto de la invención, se suministra un método para encapsular un dispositivo DEL (1) que incluye: la colocación de un dispositivo DEL (1) dentro de un empaque y suministro de un encapsulante (11) que incluye: (A) una resina de silicona que incluye una silicona hidroxifuncionalizada, (B) una epoxi resina que incluye bisfenol F, (C) un agente preservante de anhídrido que incluye anhídrido hexahidro-4-metilftálico, (D) un surfactante de siloxano que incluye siloxano funcionalizado al óxido de etileno y (E) un catalizador auxiliar de preservación que incluye octoato de cinc, donde el componente (A) está presente en un nivel superior a 40% en peso; el componente (B) está presente en un rango entre 1% en peso y 20% en peso; el componente (C) está presente en un nivel inferior a 40% en peso; y los componentes (D) y (E) están presentes en un nivel que está en el rango entre 0,008% en peso y 10% en peso basado en el peso combinado de resina de silicona (A), epoxi resina (B), surfactante de siloxano (C) sic, agente preservante (D) sic, y catalizador auxiliar de preservación (E).

35 A continuación se describirá en mayor detalle la invención, a modo de ejemplo, con referencia a los dibujos en los cuales

La Figura 1 muestra un diagrama esquemático de un dispositivo DEL.

40 La Figura 2 muestra un diagrama esquemático de un dispositivo para emisión de láser, de superficie de cavidad vertical.

La Figura 3 muestra un diagrama esquemático de un arreglo DEL sobre un sustrato plástico.

45 La Figura 4 muestra datos de transmisión de UV-VIS-IR cercano para mezclas epoxi que contienen silicona.

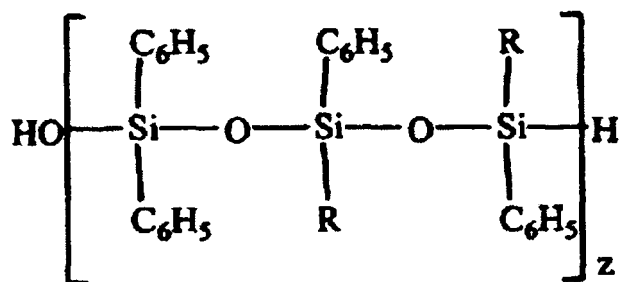
La Figura 5 muestra el espectro de absorción de UV-VIS para mezclas epoxi que contienen silicona.

50 La Figura 6 muestra datos de índice de refracción contra longitud de onda para mezclas epoxi que contienen silicona.

65 Los inventores de la presente invención han determinado que mediante el empleo de surfactantes de siloxano es posible hacer compatibles las resinas de silicona con epoxi resinas para hacer un encapsulante para dispositivos de estado sólido, el cual tenga claridad, óptimas características de transición al vidrio, características deseables de

expansión térmica, resistencia a la humedad, valores de índice de refracción así como características de transmisión a longitudes de onda particulares. La mezcla encapsulante incluye (A) por lo menos una resina de silicona, (B) por lo menos una epoxi resina, (C) por lo menos un agente preservante de anhídrido, (D) por lo menos un surfactante de siloxano y (E) por lo menos un catalizador auxiliar de preservación. Las coberturas que emplean estas mezclas encapsulantes suministran resistencia a la penetración de la humedad, así como resistencia al calor. La mezcla obtenida puede también ser usada como adhesivos y dieléctricos para la fabricación de módulos multichip. El adhesivo es empleado para unir chips sobre un sustrato ó flex, como un adhesivo para laminar una película dieléctrica tal como Kapton, y como un dieléctrico ó capa superior que suministra una capa resistente a la humedad y de protección resistente a la abrasión. Las formulaciones obtenidas pueden también ser usadas como encapsulantes para incrustar dispositivos para fabricación de módulos multichip.

Resinas de silicona útiles como componente (A) en la presente invención incluyen las dadas en la estructura (I) abajo



(I)

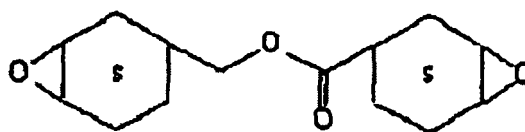
En algunas modalidades las resinas de silicona incluyen la resina de silicona de la estructura (I) donde z está típicamente en el rango de 1 a 10 y más típicamente en el rango de 2 a 5; R es seleccionado de entre hidroxilo, alquil C₁₋₂₂, alcoxi C₁₋₂₂, alquenil C₂₋₂₂, aril C₆₋₁₄, aril sustituidos con alquil C₆₋₂₂ y aralquil C₆₋₂₂. Adicionalmente, la resina de silicona puede ser una estructura ramificada en la cual R puede ser un sustituyente OSiR³, donde R³ puede ser hidroxilo, alquil C₁₋₂₂, alcoxi C₁₋₂₂, alquenil C₂₋₂₂, aril C₆₋₁₄, aril sustituidos con alquil C₆₋₂₂ y aralquil C₆₋₂₂.

Las epoxi resinas (B) útiles en el encapsulante de la presente invención incluyen aquellas descritas en "Chemistry and Technology of the Epoxy Resins", B. Ellis (Ed.) Chapman Hall 1993, Nueva York y "Epoxy Resins Chemistry and Technology", C. May and Y. Tanaka, Marcell Dekker 1972, Nueva York. Las epoxi resinas que pueden ser usadas para la presente invención incluyen aquellas que podrían ser producidas haciendo reaccionar un compuesto que contenga hidroxilo, carboxilo, ó amino con epíclorohidrina, preferiblemente en presencia de un catalizador básico, tal como un hidróxido metálico por ejemplo hidróxido de sodio. También están incluidas las epoxi resina producidas por la reacción de un compuesto que contiene por lo menos uno y preferiblemente dos ó más enlaces dobles carbono-carbono con un peróxido, por ejemplo un peroxiácido. Ejemplos de epoxi resinas útiles en la presente invención incluyen epoxi resinas alifáticas, epoxi resinas cicloalifáticas, epoxi resinas bisfenol-A, epoxi resinas bisfenol-F, epoxi resinas fenol novolac, epoxi resinas cresol-novolac, epoxi resinas bifenil, epoxi resinas bifenil, epoxi resinas 4,4'-bifenil, epoxi resinas polifuncionales, dióxido de divinilbenceno, y 2-glicidil-fenilglicidil éter. Estas epoxi resinas pueden ser usadas individualmente ó en una combinación de por lo menos dos epoxi resinas. Para la presente invención son preferidas las epoxi resinas cicloalifáticas y las epoxi resinas alifáticas. Las epoxi resinas alifáticas incluyen compuestos que contienen por lo menos un grupo alifático y por lo menos un grupo epoxi. Ejemplos de epoxis alifáticos incluyen dióxido de butadieno, dióxido de dimetilpentano, diglicidil éter, 1,4-butanodioldiglicidil éter, dietilen glicol diglicidil éter, y dióxido de dipenteno.

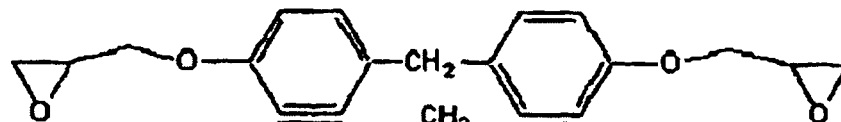
Las epoxi resinas cicloalifáticas son compuestos que contienen por lo menos un grupo cicloalifático y por lo menos un grupo oxirano. Por ejemplo, los epoxis cicloalifáticos pueden contener un grupo cicloalifático y por lo menos dos anillos oxirano por molécula. Ejemplo específicos incluyen 2-(3,4-epoxi) ciclohexil-5, 5-espiro-(3,4-epoxi) ciclohexano-m-dioxano, 3,4-epoxiciclohexilalquil-3,4-epoxi ciclohexanocarboxilato, 3,4-epoxi-6-metilciclohexilmetil-3,4-epoxi-6-metilciclohexanocarboxilato, ciclohexanodioxido de vinilo, bis (3,4-epoxiciclohexilmetil) adipato, bis (3,4-epoxi-6-metilciclohexilmetil) adipato, exo-exo bis (2,3-epoxiciclopentil) éter, endo-exo bis (2,3-epoxiciclopentil) éter, 2,2-bis (4-(2,3-epoxipropoxi) ciclohexil) propano, 2,6-bis (2,3-epoxipropoxiciclohexil-p-dioxano), 2,6-bis (2,3-epoxipropoxi) norboneno, el diglicidiléter del dímero de ácido linoleico, dióxido de limoneno, 2,2-bis (3,4-epoxiciclohexil) propano, dióxido de dicitlopentadieno, 1,2-epoxi-6-(2,3-epoxipropoxi) hexahidro-4,7-metanoindano, p-(2,3-epoxi) ciclopentilfenil-2,3-epoxipropileter, 1-(2,3-epoxipropoxi) fenil-5,6-epoxihexahidro-4,7-metanoindano, o-(2,3-epoxi) ciclopentilfenil-2,3-epoxipropil ether), 1,2-bis [5-(1,2-epoxi)-4,7-hexahidrometanoindanoxil] etano, ciclopentenilfenil glicidil éter, ciclohexanodioldiglicidil éter, y diglicidil hexahidrofthalato.

Epoxi resinas B que ejemplifican adicionalmente la presente invención incluyen las de estructura (II), (III), (IV) y (V) dadas abajo.

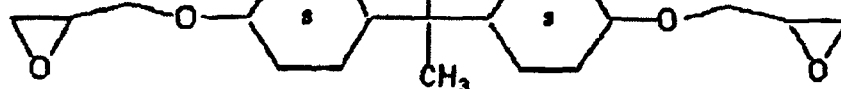
(II)



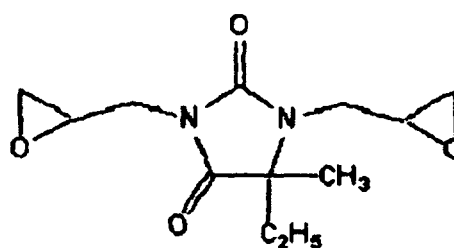
(III)



(IV)



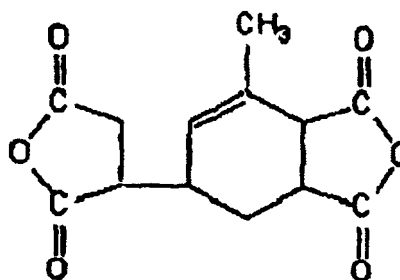
(V)



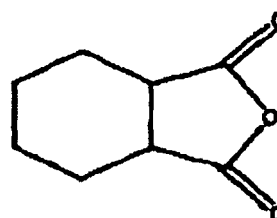
Pueden usarse con epoxi resinas aromáticas, aditivos tales como estabilizadores térmicos ó antioxidantes, para reducir la decoloración. Son útiles los flexibilizadores en la mezcla para reducir la fragilidad e incluyen epoxi resinas alifáticas, resinas de siloxano y similares.

Ejemplos de agente preservante de anhídrido útiles como componente C incluyen típicamente aquellos de las estructuras (VI) y (VII) abajo

(VI)



(VII)

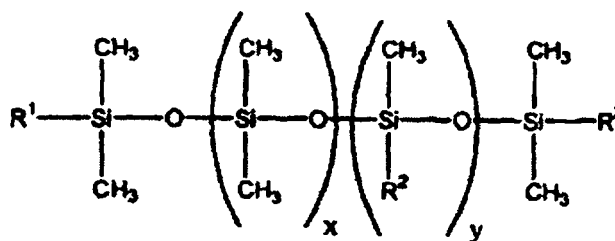


y anhídrido de biciclo [2.2.1] hept-5-eno-2,3-dicarboxílico, anhídrido metilbiciclo [2.2.1] hept-5-eno-2,3-dicarboxílico, anhídrido biciclo [2.2.1] hept-5-eno-2,3-dicarboxílico, anhídrido ftálico, dianhídrido piromelítico, anhídrido hexahidroftálico, anhídrido hexahidro-4-metilftálico, anhídrido dodecenil-succínico, anhídrido dicloromaleico, anhídrido cloréndico, anhídrido tetracloroftálico, y similares. También se usan mezclas que incluyen por lo menos dos agentes preservantes de anhídrido. En "Chemistry and Technology of the Epoxy Resins" B. Ellis (Ed.) Chapman Hall, Nueva

York, 1993 y en "Epoxy Resins Chemistry and Technology", editado por C. A. May, Marcel Dekker, New York, 2a edition, 1988 se describen ejemplos ilustrativos.

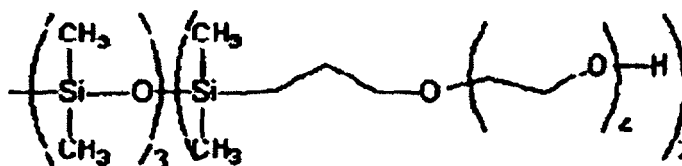
Los inventores han hallado que mediante el empleo de surfactantes de siloxano (D) es posible mezclar varios componentes en la mezcla encapsulante, lo cual genera homogeneidad, claridad, bajas propiedades de dispersión, resistencia a la humedad y flexibilidad, aparte de hacer la mezcla a prueba de fragmentación. Se usan los surfactantes de siloxano para hacer compatibles los diferentes materiales usados en la presente invención. Se pueden usar los surfactantes de siloxano para hacer compatibles materiales incompatibles dentro de una fase homogénea (es decir fase uniforme) mediante una reducción de la tensión interfacial, para dar propiedades requeridas y deseables. Por ejemplo, la resina de silicona puede ser hecha compatible con la epoxi resina usando el surfactante de siloxano. Puede mejorarse la funcionalidad de los surfactantes de siloxano usados en la presente invención, con polietilenglicol, propilenglicol, éteres de polipropilenglicol y polímeros de siloxano sustituidos. Los surfactantes pueden ser usados individualmente ó en combinación de ellos. Los surfactantes de siloxano de la presente invención pueden ser usados para hacer compatibles la resina de silicona con la epoxi resina, agentes preservantes, y opcionales modificadores de índice de refracción y estabilizadores térmicos dentro de una mezcla homogénea la cual cuando esté preservada puede dar una mezcla encapsulante que puede ser clara y transparente con resistencia a la humedad, resistencia a solvente, propiedades de resistencia a la ruptura, resistencia al calor, así como absorción UV y transmisión de luz en rangos dados de longitud de onda. El surfactante de siloxano usado en la presente invención puede ser de la estructura general:

(VIII)



Donde R^1 y R^2 son independientemente en cada ocurrencia seleccionados de entre óxido de etileno, óxido de propileno y metileno. En una modalidad de la presente invención, R^1 puede ser óxido de etileno mientras R^2 puede ser un grupo metilo. En otra modalidad R^1 puede ser un grupo metilo mientras que R^2 puede ser un grupo de óxido de etileno. En una tercera modalidad, R^1 puede ser un grupo metilo mientras que R^2 puede ser una mezcla de grupos de óxido de etileno y óxido de propileno. Los valores de x y y en la estructura VIII pueden estar en un rango entre 0 y 20 en una modalidad mientras que puede estar en un rango entre 3 y 15 en otra modalidad de la presente invención. En una tercera modalidad de la presente invención, los valores x y y en la estructura VIII pueden estar en un rango entre 5 y 10. Típicamente, en una modalidad de la presente invención el porcentaje de silicio en el surfactante puede estar en un rango entre 10% en peso y 80% en peso del peso total del surfactante de siloxano, mientras que en una segunda modalidad de la invención puede estar en un rango entre 20% en peso y 60% en peso del peso total de surfactante de siloxano. En una tercera modalidad el contenido de silicio puede estar en un rango entre 25% en peso y 50% en peso del peso total del surfactante de siloxano. El surfactante de siloxano usado en la presente invención puede tener viscosidades en un rango entre 10 mm²/segundo y 2.000 mm²/segundo en una modalidad mientras que puede tener viscosidades en un rango entre 100 mm²/segundo y 1.000 mm²/segundo en una segunda modalidad y en un rango entre 300 mm²/segundo y 600 mm²/segundo en una tercera modalidad de la presente invención. Cuando está presente, típicamente el peso molecular del poliéter en el surfactante de siloxano está en un rango entre 100 y 2.000 en una modalidad de la presente invención mientras que puede estar en un rango entre 200 y 1.500 en una segunda modalidad y en un rango entre 500 y 1.000 en una tercera modalidad de la presente invención. En otra modalidad, un surfactante de siloxano que puede ser usado para hacer compatibles las resinas de silicona y la epoxi resina, está dado en la estructura (IX) de abajo

(IX)



En "Chemistry and Technology of the Epoxy Resins" editado por B. Ellis, Chapman Hall, Nueva York, 1993, y en "Epoxy Resins Chemistry and Technology", editado por C. A. May, Marcel Dekker, Nueva York, 2a edición, 1988 se dan ejemplos ilustrativos de catalizadores preservantes auxiliares. En varias modalidades, el catalizador preservante auxiliar incluye una sal organometálica, una sal de sulfonio ó una sal de yodonio. En modalidades particulares, el catalizador preservante auxiliar incluye por lo menos un carboxilato metálico, un acetilacetato metálico, cinc oc-

toato, octoato estannoso, hexafluorofosfato de triarilsulfonio, hexafluoroantimonato de triarilsulfonio (tal como CD 1010 vendido por Sartomer Corporation), hexafluoroantimonato de diariliodonio, ó tetrakis (pentafluoro phenyl) borato de diariliodonio. Estos compuestos pueden ser usados individualmente ó en una combinación de por lo menos dos compuestos.

Las cantidades de resina de silicona (A), epoxi resina (B), agente preservante de anhídrido (C), surfactante de siloxano (D), y (E) catalizador auxiliar de preservación pueden variar dentro de un rango amplio. En varias modalidades, la cantidad de resina de silicona (A) en la mezcla es superior a 40% en peso basado en el peso combinado de resina de silicona (A), epoxi resina (B), agente preservante de anhídrido (C), surfactante de siloxano (D), y (E) catalizador auxiliar de preservación. En algunas modalidades, la cantidad de resina de silicona (A) en la mezcla está en un rango entre 40% en peso y 99% en peso, basado en el peso combinado de resina de silicona (A), epoxi resina (B), agente preservante de anhídrido (C), surfactante de siloxano (D), y (E) catalizador auxiliar de preservación. En otras modalidades, la cantidad de resina de silicona (A) en la mezcla está en un rango entre 76% en peso y 99% en peso, basado en el peso combinado de resina de silicona (A), epoxi resina (B), agente preservante de anhídrido (C), surfactante de siloxano (D), y (E) catalizador auxiliar de preservación. Cuando se mezclan la resina de silicona, epoxi resina, agente preservante de anhídrido, surfactante de siloxano y catalizador auxiliar de preservación para dar una mezcla encapsulante, y la mezcla es preservada y pulida, la superficie resultante puede ser transparente y clara y el material encapsulante es a prueba de ruptura y puede no dispersar la luz.

En varias modalidades de la presente invención, la cantidad de agente preservante de anhídrido (C) en la mezcla es inferior a 40% en peso basado en el peso combinado de resina de silicona (A), epoxi resina (B), agente preservante de anhídrido (C), surfactante de siloxano (D), y (E) catalizador auxiliar de preservación. En otras modalidades la cantidad de agente preservante de anhídrido (C) en la mezcla es inferior a 23% en peso basado en el peso combinado de resina de silicona (A), epoxi resina (B), agente preservante de anhídrido (C), surfactante de siloxano (D), y (E) catalizador auxiliar de preservación. En algunas modalidades la cantidad de agente preservante de anhídrido (C) en la mezcla está en un rango entre 1% en peso y 24% en peso basado en el peso combinado de resina de silicona (A), epoxi resina (B), agente preservante de anhídrido (C), surfactante de siloxano (D), y (E) catalizador auxiliar de preservación. En otras modalidades la cantidad de agente preservante de anhídrido (C) en la mezcla está en un rango entre 1% en peso y 20% en peso basado en el peso combinado de resina de silicona (A), epoxi resina (B), agente preservante de anhídrido (C), surfactante de siloxano (D), y (E) catalizador auxiliar de preservación.

En varias modalidades, la cantidad de catalizador auxiliar de preservación (E) en la mezcla es inferior a 10% en peso basado en el peso combinado de resina de silicona (A), epoxi resina (B), agente preservante de anhídrido (C), surfactante de siloxano (D), y (E) catalizador auxiliar de preservación. En algunas modalidades la cantidad de catalizador auxiliar de preservación (E) en la mezcla está en un rango entre 0,008% y 10% en peso basado en el peso combinado de resina de silicona (A), epoxi resina (B), agente preservante de anhídrido (C), surfactante de siloxano (D), y (E) catalizador auxiliar de preservación. En otras modalidades la cantidad de catalizador auxiliar de preservación (E) en la mezcla está en un rango entre 0,01% en peso y 5% en peso basado en el peso combinado de resina de silicona (A), epoxi resina (B), agente preservante de anhídrido (C), surfactante de siloxano (D), y (E) catalizador auxiliar de preservación. En algunas modalidades la cantidad de catalizador auxiliar de preservación (E) en la mezcla está en un rango entre 0,01% en peso y 1% en peso basado en el peso combinado de resina de silicona (A), epoxi resina (B), agente preservante de anhídrido (C), surfactante de siloxano (D), y (E) catalizador auxiliar de preservación. En otras modalidades la cantidad de catalizador auxiliar de preservación (E) en la mezcla está en un rango entre 0,01% en peso y 0,5% en peso basado en el peso combinado de resina de silicona (A), epoxi resina (B), agente preservante de anhídrido (C), surfactante de siloxano (D), y (E) catalizador auxiliar de preservación.

Opcionalmente, pueden estar presentes en las mezclas de la invención, uno ó más estabilizadores térmicos, estabilizadores UV ó mezclas de ellos. Tales estabilizadores pueden reducir la formación de color durante el procesamiento del encapsulante. En J. F. Rabek, "Photostabilization of Polymers; Principles and Applications", Elsevier Applied Science, NY, 1990 y en "Plastics Additives Handbook", 5a edición, editado por H. Zweifel, Hanser Publishers, 2001 se describen ejemplos de estabilizadores. Ejemplos ilustrativos de estabilizadores adecuados incluyen fosfitos y fosfonitos orgánicos tales como trifenil fosfito, difenilalquil fosfitos, fenildialquil fosfitos, tri-(nonilfenil) fosfito, trilauryl fosfito, trioctadecil fosfito, di-estearil-pentaeritritol difosfito, tris-(2,4-di-tert-butilfenil) fosfito, di-isodecylpentaeritritol difosfito, di-(2,4-di-tert-butilfenil) pentaeritritol difosfito, triestearilsorbitol trifosfito, y tetraquis-(2,4-di-tert-butilfenil)-4,4'-bifenildifosfonito. Ejemplos ilustrativos de estabilizadores adecuados incluyen también compuestos de fósforo que contienen azufre tales como trismetiltiofosfito, trisetiltiofosfito, trispropiltiofosfito, trispentiltiofosfito, trishexiltiofosfito, trisheptiltiofosfito, trisoctiltiofosfito, trisnoniltiofosfito, trislauriltiofosfito, trisfeniltiofosfito, trisbenciltiofosfito, bispropiotiometiltiofosfito, bispropiotiononil fosfito, bisnoniltiometiltiofosfito, bisnoniltiobutiltiofosfito, metiletiltio-butiltiofosfito, metiletiltiopropiofosfito, metilnoniltiobutiltiofosfito, metilnoniltiolauriltiofosfito, y pentilnoniltiolauril fosfito. Estos compuestos pueden ser usados individualmente ó en una combinación de por lo menos dos compuestos.

Estabilizadores adecuados también incluyen fenoles estéricamente impedidos. Ejemplos ilustrativos de fenoles estéricamente impedidos incluyen derivados de fenol 2-terciario-alquil-substituido, derivados de fenol 2-terciario-amil-substituido, derivados de fenol 2-terciario-octil-substituido, derivados de fenol 2-terciario-butil-substituido, derivados de fenol 2,6-di-terciario-butil-substituido, derivados de fenol 2-terciario-butil-6-metil-(ó 6-metileno-) substituido, y derivados fenol de 2,6-di-metil-substituido. Estos compuestos pueden ser usados individualmente ó en una combinación de por lo menos dos compuestos. En ciertas modalidades particulares de la presente invención, los estabilizadores de fenol estéricamente impedidos incluyen alfa-tocoferol e hidroxitolueno butilado.

Los estabilizantes adecuados también incluyen aminas estéricamente impedidas, ejemplos ilustrativos de las cuales incluyen bis-(2,2,6,6-tetrametilpiperidil) sebacato, bis-(1,2,2,6,6-pentametilpiperidil) sebacato, éster de n-butil-3,5-di-tert-butil-4-hydroxibencil ácido malónico bis-(1,2,2,6,6-pentametilpiperidilo), producto de condensación de 1-hidroxi-2,2,6,6-tetrametil-4-hidroxipiperidine y ácido succínico, producto de condensación de N,N'-(2,2,6,6-tetrametilpiperidil)-hexametilenediamina y 4-tert-octil-amino-2,6-dicloro-s-triazine, tris-(2,2,6,6-tetrametilpiperidil)-nitrito-triacetato, tetraquis-(2,2,6,6-tetrametil-4-piperidil)-1,2,3,4-butanetetra-carboxilato, y 1,1'-(1,2-etanodiil)-bis-(3,3,5,5-tetrametilpiperazinona). Estos compuestos pueden ser usados individualmente ó en una combinación de por lo menos dos compuestos.

Los estabilizantes adecuados también incluyen compuestos que destruyen peróxidos, ejemplos ilustrativos de los cuales incluyen ésteres de ácido beta-tiodipropiónico, por ejemplo los ésteres laurilo, estearilo, miristilo ó tridecilo; mercaptobenzimidazol ó la sal de cinc 2-mercaptobenzimidazol; dibutil-ditiocarbamato de cinc; disulfuro de dioctadecilo; y pentaeritritol tetraquis-(beta-dodecilmercapto)-propionato. Estos compuestos pueden ser usados individualmente ó en una combinación de por lo menos dos compuestos.

Componentes opcionales de la presente invención también incluyen modificadores de conservación que pueden modificar la velocidad de preservación de epoxi resina. En diferentes modalidades de la presente invención, los modificadores de preservación incluyen por lo menos un acelerador de preservación ó un inhibidor de preservación. Los modificadores de preservación pueden incluir compuestos que contienen heteroátomos que poseen pares solos de electrones. Pueden usarse como modificadores de preservación los fosfitos. Ejemplos ilustrativos de fosfitos incluyen trialkilfosfitos, triarilfosfitos, trialkilfosfitos, y triarilfosfitos. En algunas modalidades de la presente invención, los fosfitos incluyen trifenil fosfito, bencildietil fosfito, ó tributil fosfito. Otros modificadores adecuados de preservación incluyen aminas estéricamente impedidas y residuos de 2,2,6,6-tetrametilpiperidilo, tales como por ejemplo bis (2,2,6,6-tetrametilpiperidil) sebacato. También pueden emplearse mezclas de modificadores de preservación.

Componentes opcionales de la presente invención también incluyen agentes de acoplamiento los cuales en varias modalidades pueden ayudar a que la epoxi resina se enlace con una matriz tal como una matriz de vidrio, de modo que se forme en enlace fuerte a la superficie tal que no ocurra falla prematura. Los agentes de acoplamiento incluyen compuestos que contienen unidades tanto de silano como de mercapto, ejemplos ilustrativos de los cuales incluyen mercaptometiltrifenilsilano, beta-mercaptoetiltrifenilsilano, beta-mercaptopropiltrifenilsilano, gamma-mercaptopropildifenilmetil silano, gamma-mercaptopropilfenildimetilsilano, delta-mercaptobutiltrifenildimetilsilano, delta-mercaptobutiltrifenilsilano, tris(beta-mercaptoetil) fenilsilano, tris (gamma-mercaptopropil) fenilsilano, tris (gamma-mercaptopropil) metilsilano, tris (gamma-mercaptopropil) etilsilano, y tris (gamma-mercaptopropil) bencilsilano. Los agentes de acoplamiento también incluyen compuestos que contengan tanto alcóxidos como una unidad orgánica, ejemplos ilustrativos de las cuales incluyen compuestos de la fórmula $(R^5O)_3Si-R^6$ donde R^5 es un grupo alquilo y R^6 es seleccionado del grupo que consiste en vinil, 3-glicidoxipropil, 3-mercaptopropil, 3-acriloxipropil, 3-metacriloxipropil, y C_nH_{2n+1} donde n tiene un valor en un rango entre 4 y 16. En algunas modalidades de la presente invención R^5 es metilo ó etilo. En otras modalidades de la presente invención, los agentes de acoplamiento incluyen compuestos que contienen tanto un alcóxidosilano como una unidad epoxi. Los agente de acoplamiento pueden ser usados individualmente ó en una combinación de por lo menos dos compuestos.

Componentes opcionales de la presente invención también incluyen modificadores del índice de refracción. A medida que la luz pasa desde el chip de índice de refracción relativamente alto (típicamente en un rango entre 2,8 y 3,2) al encapsulante epóxico de menor índice de refracción (típicamente en un rango entre 1,2 y 1,6), algo de la luz es reflejado de vuelta al chip en el ángulo crítico. Los modificadores con alto índice de refracción añadidos al epoxi incrementan su índice de refracción produciendo una mejor correspondencia entre los dos índices de refracción y un incremento en la cantidad de luz emitida. Tales materiales incrementan el índice de refracción del epoxi sin afectar de modo significativo la transparencia del encapsulante epoxi. Modificadores de éste tipo incluyen aditivos con alto índice de refracción. Estos materiales incluyen tanto orgánicos como inorgánicos ópticamente transparentes tales como fluidos de silicona y aglomerados de partículas ó estructuras cuyo tamaño es menor que el tamaño de la longitud de onda de la luz emitida. Algunas veces, tales aglomerados son denominados nanopartículas. Ejemplos de aglomerados incluyen una variedad de óxidos metálicos transparentes ó materiales del Grupo II-VI, que son relativamente libres de dispersión. En una modalidad, un material de nanopartícula es óxido de titanio. En otras modalidades, pueden usarse otros tipos de óxidos metálicos transparentes ó combinaciones de óxidos metálicos. Por ejemplo, pueden usarse para producir nanopartículas óxido de magnesio, itrio, zirconio, óxidos de cerio, alúmina, óxidos de plomo, y materiales compuestos tales como los que incluyen itrio y zirconio. En otras modalidades, las nanopartículas son hechas de uno de los materiales del Grupo II-VI que incluyen selenuro de cinc, sulfuro de cinc y aleaciones hechas de Zn, Se, S y Te. De modo alternativo, también pueden usarse para hacer nanopartículas nitrato de galio, nitrato de silicio ó nitrato de aluminio. Los modificadores de índice de refracción pueden ser usados individualmente ó en una combinación de por lo menos dos compuestos. En una modalidad de la presente invención, el índice de refracción de la mezcla encapsulante está en un rango entre 0,1 y 10,0. En una segunda modalidad el índice de refracción está en un rango entre 0,5 y 5,0 y en una tercera modalidad el índice de refracción está en un rango entre 1,0 y 2,5. En muchas modalidades el índice de refracción está en un rango entre 1,0 y 2,0.

Las mezclas de la presente invención pueden ser preparadas combinando los diferentes componentes, incluyendo componentes opcionales, en cualquier orden conveniente. En varias modalidades, todos los componentes pueden ser mezclados juntos. En otras modalidades se premezclan dos ó más componentes y luego se les combina subsecuentemente con los demás componentes. En una modalidad, los componentes de las mezclas de la presente invención

incluyen una mezcla de dos partes, en la cual se premezclan los diferentes componentes en por lo menos dos mezclas separadas antes de la combinación para dar una mezcla final.

Las técnicas de encapsulamiento para dispositivos de estado sólido incluyen moldeado, moldeo de transferencia de resina y similares. Una vez que el dispositivo de estado sólido está envuelto en la resina no preservada, realizado típicamente en un molde, se preserva la resina. Estas resinas pueden ser preservadas en una ó más etapas, usando métodos tales como el térmico, UV, técnicas de rayo de electrones ó combinaciones de ellas. Por ejemplo, en una modalidad la preservación térmica puede ser realizada a temperaturas en un rango de entre 20°C y 200°C, en otra modalidad en un rango de entre 80°C y 200°C, en otra modalidad en un rango de entre 100°C y 200°C y en otra modalidad en un rango de entre 120°C y 160°C. También, en otras modalidades estos materiales pueden ser preservados fotoquímicamente, inicialmente a temperatura ambiente aproximadamente. Aunque puede ocurrir alguna excursión térmica y subsecuente preservación, a partir de la reacción fotoquímica, típicamente no se requiere calentamiento externo. En otras modalidades, estos materiales pueden ser preservados en dos etapas, donde puede usarse por ejemplo una preservación inicial térmica ó de UV para producir una epoxi resina parcialmente endurecida ó de estado B. Este material, que es manipulado fácilmente, puede luego ser adicionalmente preservado empleando por ejemplo técnicas bien sea térmica ó UV, para producir un material con el desempeño térmico deseado (por ejemplo temperatura de transición al vidrio (Tv) y coeficiente de expansión térmica (CET)), propiedades ópticas y resistencia a la humedad requeridas para los dispositivos encapsulados de estado sólido.

Cuando se mezclan y preservan resina de silicona (A), epoxi resina (B), agente preservante de anhídrido (C), surfactante de siloxano (D), y (E) catalizador auxiliar de preservación para dar el material encapsulante, el coeficiente de expansión térmica medido arriba de la temperatura de transición al vidrio varía en un rango entre 10 y 100 en una modalidad de la presente invención, en un rango entre 50 y 90 en una segunda modalidad de la presente invención y en un rango entre 60 y 85 en una tercera modalidad de la presente invención. El coeficiente de expansión térmica medido abajo de la temperatura de transición al vidrio varía en un rango entre 50 y 300 en una modalidad de la presente invención, mientras que en una segunda modalidad el coeficiente de expansión térmica varía en un rango entre 100 y 275 y en una tercera modalidad el coeficiente de expansión térmica varía en un rango entre 150 y 250.

Cuando se mezclan la resina de silicona (A), la epoxi resina (B), el agente preservante de anhídrido (C), el surfactante de siloxano (D), y (E) el catalizador auxiliar de preservación para dar una mezcla encapsulante, pueden dar valores deseables de transición al vidrio. En una modalidad la temperatura de transición al vidrio de la mezcla está en un rango entre 10°C y 250°C, mientras que en una segunda modalidad la transición al vidrio está en un rango entre 20°C y 200°C. En una tercera modalidad la transición al vidrio de la mezcla encapsulante varía en un rango entre 24°C y 150°C.

Las mezclas de epoxi resina de la presente invención pueden ser usadas en aplicaciones conocidas para mezclas de epoxi resina. Tales aplicaciones incluyen coberturas, compuestos para alfarería y encapsulantes para dispositivos de estado sólido. En una modalidad, un dispositivo de estado sólido es un DEL 1. La Fig 1. ilustra esquemáticamente un DEL 1 de acuerdo con una modalidad de la presente invención. El DEL 1 contiene un chip DEL 4, el cual está conectado eléctricamente a un marco de plomo 5. Por ejemplo, el chip DEL 4 puede ser conectado eléctricamente en forma directa con un electrodo ánodo ó un cátodo del marco de plomo 5 y conectado mediante un plomo 7 a un electrodo cátodo ó ánodo opuesto del marco de plomo 5, como se ilustra en la Figura 1. En una modalidad particular ilustrada en la Fig 1, el marco de plomo 5 soporta el chip DEL 4. Sin embargo, puede omitirse el plomo 7 y el chip DEL 4 puede abrazar ambos electrodos del marco de plomo 5, donde el fondo del chip DEL 4 contiene las capas de contacto, las cuales tocan tanto el electrodo ánodo y cátodo del marco de plomo 5. El marco de plomo 5 conecta a una fuente de poder, tal como una fuente de corriente ó de voltaje u otro circuito (no mostrado).

El chip DEL 4 emite radiación desde la superficie emisora de radiación 9. El DEL 1 puede emitir radiación, visible, infrarroja ó ultravioleta. El chip DEL 4 puede incluir cualquier chip DEL 4 que contenga una junta p-n de cualquier capa semiconductor capaz de emitir la radiación deseada. Por ejemplo, el chip DEL 4 puede contener cualquier capa semiconductor de compuestos del Grupo III-V, tales como GaAs, GaAlAs, GaN, InGaAs, GaP, etc., ó capas semiconductoras de compuestos del Grupo II-VI tales como ZnSe, ZnSSe, CdTe, etc., ó capas semiconductoras del grupo IV-IV tales como SiC. El chip DEL 4 puede contener también otras capas tales como capas de revestimiento, capas de guía de ondas y capas de contacto.

El DEL 1 es empaquetado con un encapsulante 11 de la presente invención. Un término alternativo de encapsulante es material encapsulante. En una modalidad el empaque de DEL incluye encapsulante 11 localizado en un empaque, tal como una concha 14. La concha 14 puede ser cualquier plástico u otro material, tal como policarbonato, el cual es transparente a la radiación DEL. Sin embargo, puede omitirse la concha 14 para simplificar el procesamiento si el encapsulante 11 tiene suficiente dureza y rigidez para ser usado sin la concha 14. Así, en algunas modalidades la superficie externa del encapsulante 11 actuaría como una concha 14 ó empaque. La concha 14 contiene una superficie 15 emisora de radiación ó de luz, por encima del chip DEL 4 y una superficie no emisora 16 adyacente al marco de plomo 5. La superficie 15 emisora de radiación puede ser curvada para actuar como un lente y/o ser coloreada para actuar como un filtro. En varias modalidades la superficie no emisora 16 puede ser opaca a la radiación DEL y puede ser hecha de materiales opacos tales como metal. Si se desea, la concha 14 puede también contener un reflector alrededor del chip DEL 4 u otros componentes, tales como resistores, etc.

En otras modalidades, los materiales encapsulantes pueden contener opcionalmente una sustancia fosforescente para optimizar la salida de color del DEL 1. Por ejemplo, una sustancia fosforescente puede ser salpicada ó mezclada como un polvo de una sustancia fosforescente con encapsulante 11 ó cubierto como una película delgada sobre el chip DEL 4 ó cubierto sobre la superficie interior de la concha 14. Cualquier material de una sustancia fosforescente puede ser usado con el chip DEL. Por ejemplo, puede usarse un fosforescente granate de aluminio itrio cubierto con cerio, que emite amarillo (GAY: Ce^{3+}) con un chip DEL de capa activa de InGaN que emite azul, para producir una salida de luz visible azul y amarilla, la cual parece blanca al observador humano. Según se desee, pueden usarse otras combinaciones de chips DEL y sustancia fosforescente.

Mientras que el chip DEL 4 empacado es soportado por el marco de plomo 5 de acuerdo con una modalidad como la ilustrada en la Fig. 1, el DEL 1 puede tener otras diferentes estructuras. Por ejemplo, el chip DEL 4 puede estar soportado por la superficie de fondo 16 ó la concha 14 ó por un pedestal (no mostrado) localizado en el fondo de la concha 14 en lugar de hacerlo por el marco de plomo 5.

En otra modalidad de la presente invención, la mezcla encapsulante puede ser usada con una superficie de cavidad vertical que emite laser (SCVEL). En la Fig. 2 se muestra un diagrama esquemático del dispositivo. El SCVEL 30 puede estar incrustado dentro de un bolsillo 32 de un ensamble 33 de tablero de circuito impreso. Puede colocarse un sumidero de calor 34 en el bolsillo 32 del tablero de circuito impreso 33 y la SCVEL 30 puede descansar sobre el sumidero de calor 34. La mezcla encapsulante 36 de la invención puede ser inyectada dentro de la cavidad 35 del bolsillo 32 del tablero de circuito impreso 33 y puede fluir alrededor de la SCVEL y encapsularlo por todos los lados y también formar una capa superior de cobertura 36 sobre la superficie de la SCVEL 30. La capa superior de cobertura 36 protege la SCVEL 30 del daño y la degradación y al mismo tiempo es inerte a la humedad, es transparente y se puede brillar. El rayo laser 37 emitido desde la SCVEL puede golpear los espejos 38 para ser reflejado fuera del bolsillo 32 del tablero de circuito impreso 33.

En otra modalidad de la presente invención, puede fabricarse un arreglo 3 de DEL sobre un sustrato plástico, como se ilustra en la Figura 3. Los chips DEL ó cubos 4 están montados física y eléctricamente sobre cátodos de plomo 26. Las superficies superiores de los chips DEL 4 están conectadas eléctricamente con los ánodos de plomo 25 mediante alambres de plomo 27. Los alambres de plomo pueden estar unidos con técnicas conocidas de unión de alambres a una paleta de chip conductora. Los plomos 26, 25 incluyen un marco de plomo y pueden ser hechos de un metal tal como cobre cubierto de plata. El marco de plomo y el arreglo de chip DEL 3 están contenidos en un empaque plástico 29 tal como, por ejemplo, un empaque de policarbonato, un empaque de cloruro de polivinilo ó un empaque de polieterimida. En algunas modalidades el policarbonato incluye un policarbonato bisfenol A. El empaque plástico 29 es llenado con un encapsulante 11 de la presente invención. El empaque 29 contiene paredes laterales interiores 18 que terminan en punta, las cuales incluyen los chips DEL 4 y forman una cavidad 20 de dispersión de luz, lo cual asegura el flujo cruzado de luz DEL.

Sin mayor elaboración, se cree que una persona diestra en el medio puede, usando la descripción dada aquí emplear la presente invención en su máxima extensión. Se incluyen los siguientes ejemplos para suministrar guía adicional a aquellos diestros en el medio, para que lleven a la práctica la invención reivindicada. Los ejemplos suministrados son simplemente representativos del trabajo que contribuye a la enseñanza de la presente aplicación. De acuerdo con ello, estos ejemplos no pretenden limitar la invención, como se define en las reivindicaciones anexas, de ninguna manera.

Ejemplo 1

Se empleó el siguiente procedimiento para hacer la Muestra 1 mostrada en la Tabla 1. Se colocaron en una pequeña jarra 11,4 gramos de Z 6018 (fenil propil hidroxil silicona de Dow Chemicals), 7,5 gramos de anhídrido hexahidroftálico (AHHF) (Ciba Geigy) y 0,4 gramos de SF1488 (surfactante de polidimetil siloxano de General Electric Co.). Se colocó una tapa sobre la jarra y se calentó el contenido empleando un horno microondas hasta una temperatura de aproximadamente 80°C y se mezcló hasta que los componentes estaban completamente disueltos. Una vez estuvo completa la disolución se enfrió la muestra a bajo de 50°C y se añadieron 15 gramos de CY179 (epoxi resina cicloalifática de Ciba Geigy), 0,1 gramo de Irganox 1010 (antioxidante de Ciba) y 0,3 gramos de etil-hexanoato de estaño. Se mezcló el material y se filtró a través de un filtro de tamaño nominal de poro de 5 micrones hacia una jarra limpia. Después de la filtración, se desgasificó la mezcla epoxi colocándola en un horno a vacío ajustado a menos de 60°C, por aproximadamente 30 minutos mientras se aplicaba el vacío. Una vez desgasificado el material, se le usó para encapsular los componentes. Se preparó un disco de muestra del material, colocando la mezcla dentro de un disco de aluminio, cubriéndolo y curando el epoxi por una hora a 80°C, elevando la temperatura a 180°C en una hora y manteniéndolo a esta temperatura durante dos horas. Se prepararon otros encapsulantes de epoxi resina empleando el procedimiento dado para la Muestra 1 combinando las diferentes resinas que incluían resinas epoxi y de silicona, agentes preservantes y otros componentes y curando bajo las condiciones especificadas, como se muestra en la Tabla 1. Todas las cantidades están en gramos. Mientras que las muestras 1-3 fueron desgasificadas al vacío y curadas por y hora a 140°C para dar muestras claras, duras y transparentes, las muestras 4, 5, 6, y 7 fueron filtradas, desgasificadas y horneadas por 70 minutos a 150°C para dar muestras claras naranja leve. La muestra 8 fue desgasificada por 2 horas a 175-180°C para dar una muestra clara naranja leve. Todas las muestras se dejaban brillar y no se rompían debido a choque.

ES 2 292 912 T3

TABLA 1

Estudios de Epoxi curado	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3	Muestra 4	Muestra 5	Muestra 6	Muestra 7	Muestra 8
CY 179	15,00	5,00						21,00
Epon 862, Bis F Epoxi					10,00			
Shell Eponex 1510						24,00	10,75	
Araldite AY 238				7,60				
Silikoftal ED		5,10	10,80	5,50	5,00		10,80	
Z6018	11,40	5,60	5,09	4,50	5,00	14,60		13,00
AHHF	7,50	4,50	2,09	6,60	6,00	14,40	10,00	11,00
Epicuron B- 4400 dianhídrido								3,00
Octoato de Sn	0,30	0,20	0,11	0,27	0,25	0,60	0,20	
Ciba Irganox1010	0,10	0,10	0,10	0,11	0,13	0,29	0,10	0,15
SF 1488	0,40	0,30	0,25	0,55	0,50	0,70	0,27	0,5
Calibre de la muestra final /mils	158	161	143	230	253	258	275	258
% de	33	52	88	40	38	27	34	27
componente de silicona								
Tv/°C	140	87	24	92	64	64	55	148

ES 2 292 912 T3

En la Tabla 2 se muestran las mezclas encapsulantes usadas en la invención.

TABLA 2

Componente, % en peso	Tipo de material	Componente Uno	%	AHHF B-4400	Aspectos opcionales	Surfactante
CY 179	Epoxi	0-50 %				
Epon 882 BisF Epoxy	Epoxi	0-50 %				
Shell Eponex1510	Epoxi	0-50 %				
Araldite AY 238	Epoxi	0-50 %				
Silkoftal EDZ6018	Silicona epoxi	0-70 %				
AHHF	Endurecedor anhídrido			5-50 %		
Epiclon B 4400 Dianhídrido	Endurecedor anhídrido			0-10 %		
Octoato de Sn	Catalizador de aceleración				0,5 %	
Ciba Irganox 1010	Antioxidante				0-5	
SF 1488	Surfactante de silicona					0,5-10 %
Ciba Tinuvin	Absorbedor de UV				0-5	
Z 6018	Resina de silicona		1- 50			

En la Figura 4 se muestra el espectro de Transmisión UV-Vis-IR cercano para mezclas epoxi que contienen silicona con surfactantes de siloxano, descritas en las Tablas 1 y 2. El espectro indica transmisión en un rango entre 500 nm y 1.100 nm.

La Figura 5 muestra el espectro de absorción UV-Vis de mezclas epoxi que contienen silicona (las mezclas están dadas en las Tablas 1 y 2). No se observan absorciones más allá de 500 nm.

En la Fig. 6 se muestran los datos de índice de refracción contra longitud de onda para mezclas epoxi silicona, para las mezclas dadas en las Tablas 1 y 2. Los valores de índice de refracción bajaron de 1,58 a 350 nm a 1,49 a 1.700 nm.

REIVINDICACIONES

5 1. Una mezcla de epoxi resina que se puede preservar, para el encapsulamiento de un dispositivo de estado sólido la cual incluye (A) una resina de silicona que incluye una resina de silicona hidroxifuncional, (B) una epoxi resina que incluye una epoxi resina de bisfenol A, (C) un agente preservante de anhídrido que incluye anhídrido hexahidro-4-metilftálico, (D) un surfactante de siloxano que incluye siloxano funcionalizado con óxido de etileno y (E) un catalizador auxiliar de preservación de octoato de cinc, donde el componente (A) está presente en un nivel superior al 40% en peso; el componente (B) está presente en un nivel en un rango entre 1% en peso y 20% en peso; el componente (C) está presente en un nivel inferior al 40% en peso; y el componente (D) y el componente (E) están presentes en un rango entre 0,008% en peso y 10% en peso, basado en el peso total de la resina de silicona (A), epoxi resina (B), agente preservante de anhídrido (C), surfactante de siloxano (D) y catalizador auxiliar de preservación (E).

15 2. La mezcla de la reivindicación 1 que además incluye por lo menos un estabilizante térmico, un estabilizante UV, ó combinaciones de los mismos.

3. Un dispositivo de estado sólido empacado que incluye a-) un empaque, b-) un chip (4); y c-) un encapsulante 11 como se reivindicó en las reivindicaciones 1 ó 2.

20 4. El dispositivo de estado sólido empacado de la reivindicación 5, donde el dispositivo de estado sólido es un dispositivo semiconductor.

5. Un dispositivo DEL (1) que incluye incluye a-) un empaque, b-) un chip DEL (4); y c-) un encapsulante 11 como se reivindicó en las reivindicaciones 1 ó 2.

25 6. El DEL (1) de la reivindicación 5 en el cual el encapsulante (11) además incluye por lo menos un estabilizante térmico, un estabilizante UV, ó combinaciones de los mismos.

30 7. Un método para encapsular un dispositivo DEL (1) que incluye: colocación de un dispositivo DEL (1) dentro de un empaque y suministro de un encapsulante (11) que incluye: (A) una resina de silicona que incluye una silicona hidroxifuncionalizada, (B) una epoxi resina que incluye bisfenol F, (C) un agente preservante de anhídrido que incluye anhídrido hexahidro-4-metilftálico, (D) un surfactante de siloxano que incluye siloxano funcionalizado con óxido de etileno y (E) un catalizador auxiliar de preservación que incluye octoato de cinc, donde el componente (A) está presente en un nivel superior al 40% en peso; el componente (B) está presente en un nivel en un rango entre 1% en peso y 20% en peso; el componente (C) está presente en un nivel inferior al 40% en peso; y el componente (D) y el componente (E) están presentes en un rango entre 0,008% en peso y 10% en peso, basado en el peso combinado de la resina de silicona (A), epoxi resina (B), agente preservante (D), surfactante de siloxano (C) y catalizador auxiliar de preservación (E).

40

45

50

55

60

65

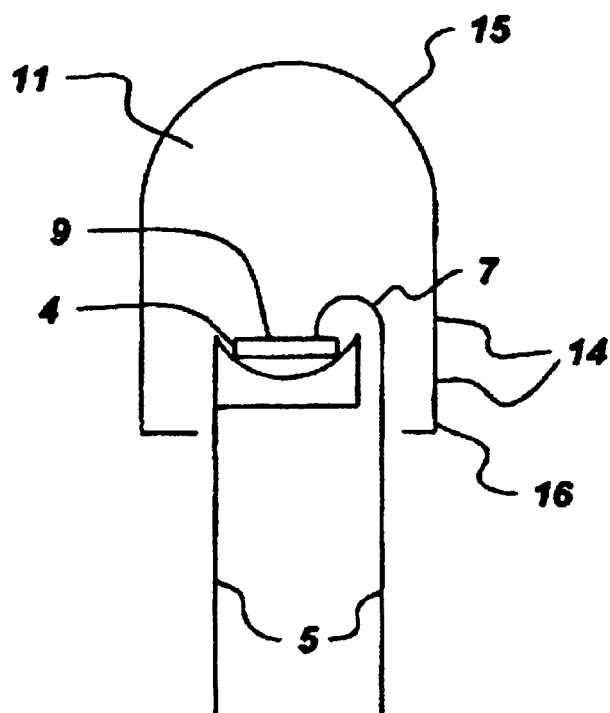


Fig. 1

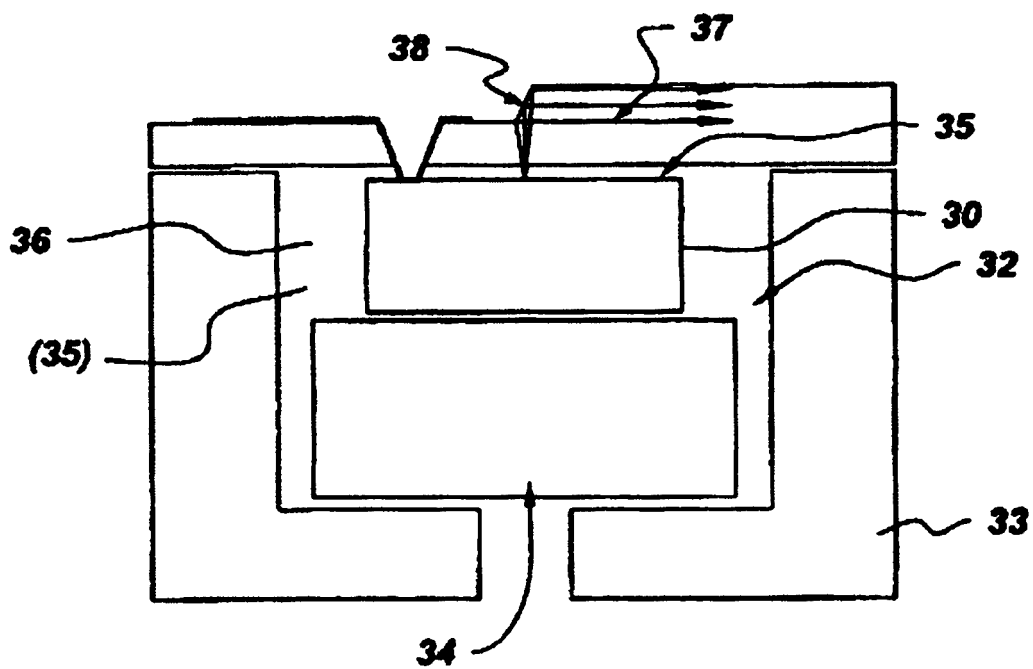


Fig. 2

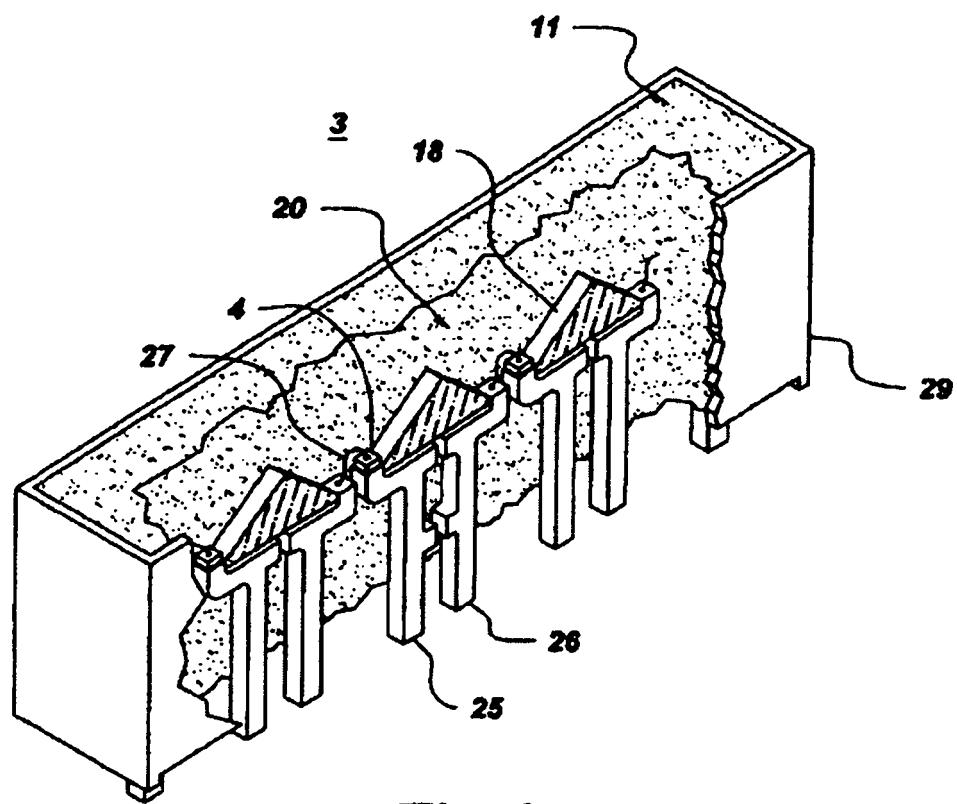


Fig. 3

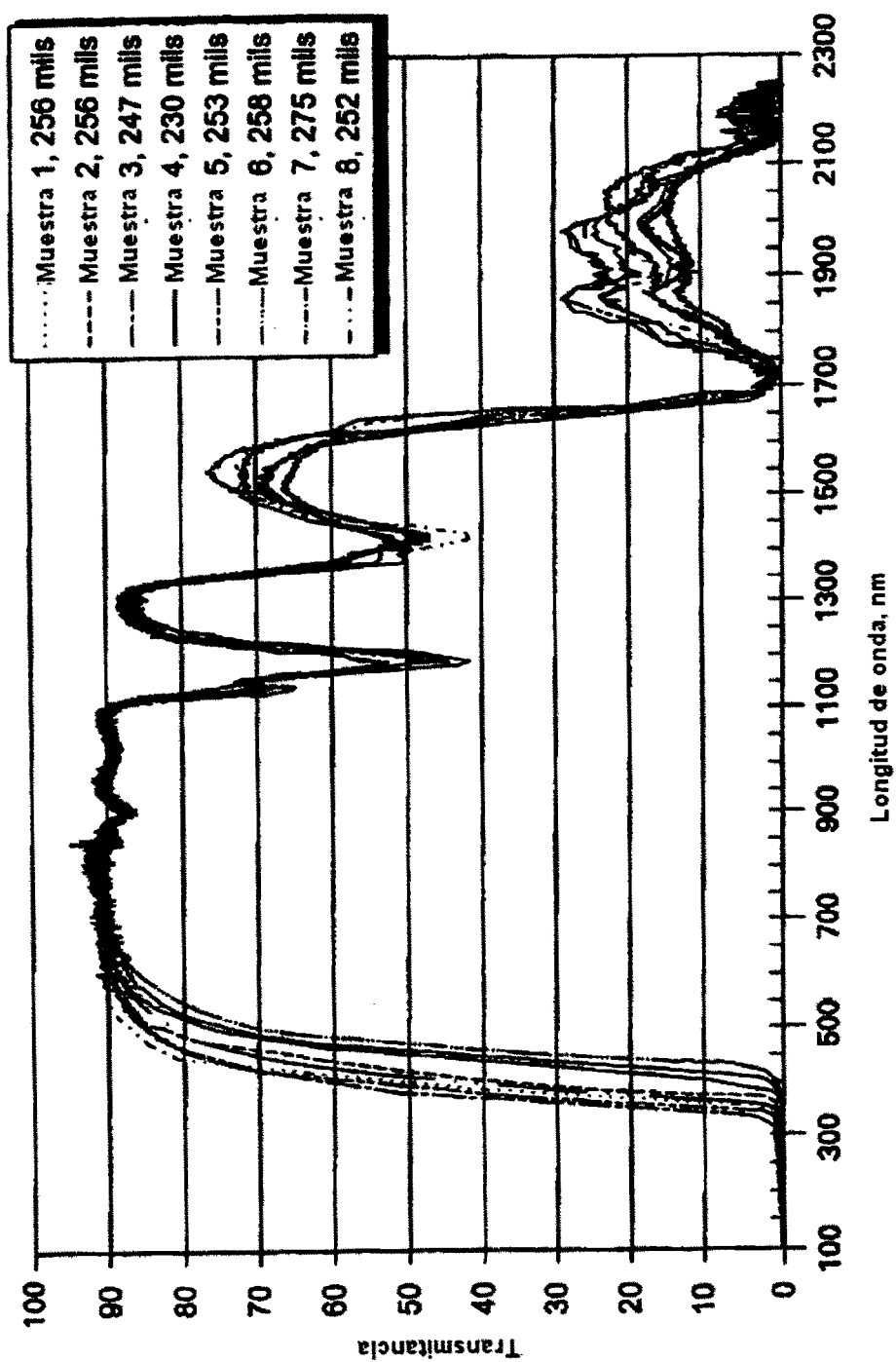


Fig. 4

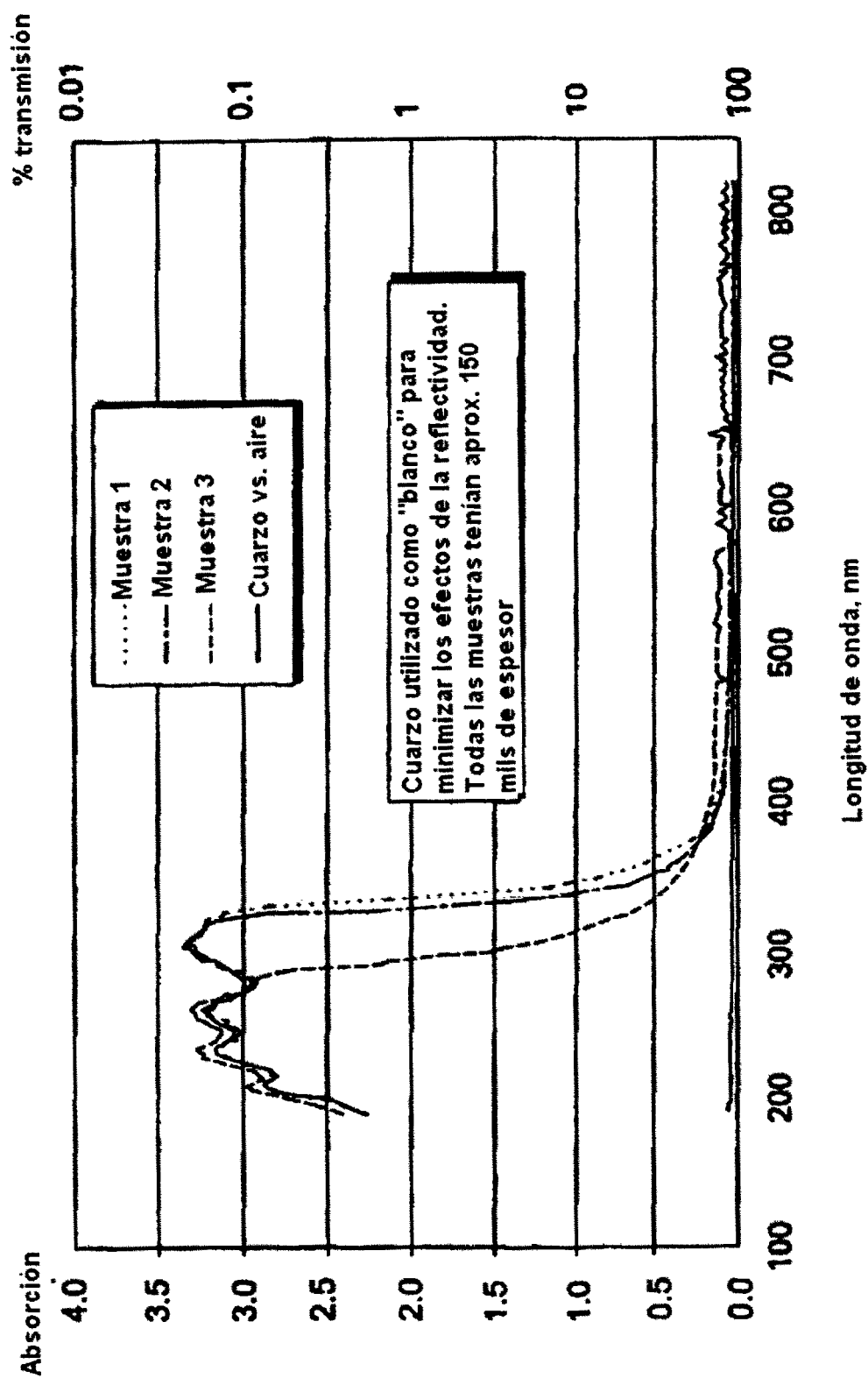


Fig. 5

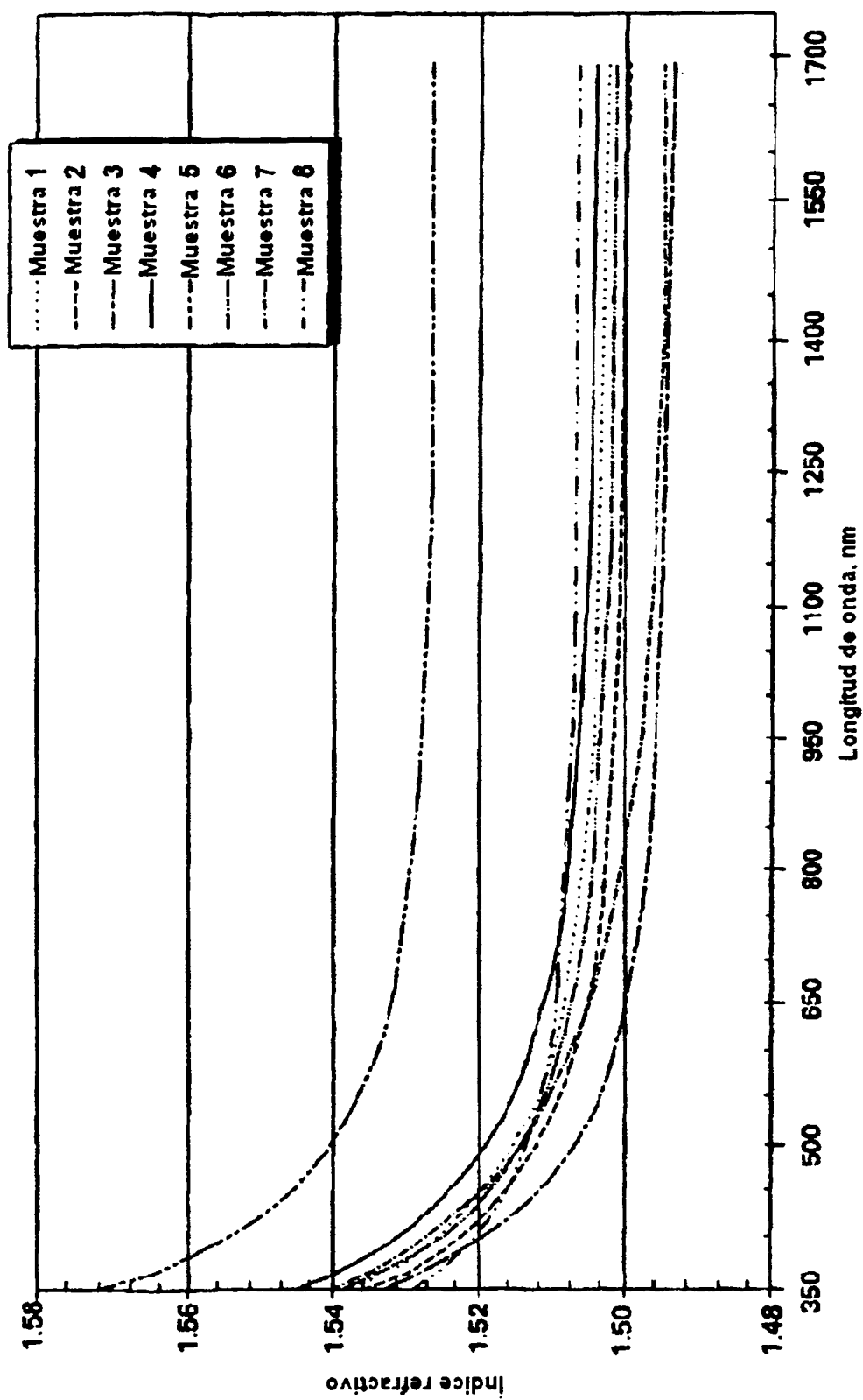


Fig. 6