(19) OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 268 734**

(51) Int. Cl.:
H01L 23/02 (2006.01)
H01L 23/26 (2006.01)
H01L 23/10 (2006.01)

(12) TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA T3

(86) Número de solicitud europea: **97934117 .9**
(86) Fecha de presentación : **14.07.1997**
(87) Número de publicación de la solicitud: **0862790**
(87) Fecha de publicación de la solicitud: **09.09.1998**

(54) Título: **Módulos electrónicos herméticos con cierres estancos a los fluidos.**

(30) Prioridad: **20.09.1996 US 717048**

(45) Fecha de publicación de la mención BOPI: **16.03.2007**

(45) Fecha de la publicación del folleto de la patente: **16.03.2007**

(73) Titular/es: **MOTOROLA, Inc.**
1303 East Algonquin Road
Schaumburg, Illinois 60196, US

(72) Inventor/es: **Polak, Anthony, J.;**
Vandommelen, Charles y
Ostrem, Fred, E.

(74) Agente: **Ungría López, Javier**

ES 2 268 734 T3

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

Módulos electrónicos herméticos con cierres estancos a los fluidos.

Campo de la invención

Esta invención se refiere, en general, a paquetes electrónicos que tienen cierres herméticos, y más en concreto, a módulos electrónicos herméticos que contienen un dispositivo electrónico y que tienen cierres estancos a los fluidos para usar en aplicaciones de automoción.

Antecedentes de la invención

El sellado de dispositivos electrónicos empaquetados es importante en situaciones donde el dispositivo electrónico ha de operar en un entorno corrosivo. En cualquier paquete electrónico se debe realizar una conexión eléctrica desde el mundo exterior a los componentes electrónicos dentro del paquete. Típicamente, la conexión eléctrica se facilita por un bastidor de conductores moldeado en el cuerpo de plástico del paquete. El proceso de moldeo forma un cierre hermético mecánico alrededor del bastidor de conductores; sin embargo, el proceso de moldeo no forma una unión química entre el bastidor de conductores y el cuerpo del paquete de plástico. El simple moldeo de un bastidor de conductores en el cuerpo del paquete de plástico no forma un cierre hermético, porque pueden migrar aire y líquidos a lo largo del bastidor de conductores y entrar en las regiones interiores del paquete a través de la pared del paquete. A medida que avanza la tecnología electrónica, se alojan dispositivos electrónicos más complejos en paquetes de plástico. Los dispositivos complejos presentan alta sensibilidad a la contaminación y pueden fallar fácilmente después del contacto por oxidantes y fluidos corrosivos.

Los paquetes verdaderamente herméticos requieren amplia tecnología de sellado para evitar que entren aire y fluidos en el interior del paquete. Una técnica para fabricar un paquete hermético implica el uso de un paquete de metal más bien que canales de alimentación de plástico y vidrio o cerámica. Las conexiones eléctricas se pueden hacer soldando cables a cada extremo del canal de alimentación; posteriormente el canal de alimentación se sella a la pared de metal del paquete. Aunque este método es efectivo para la fabricación de un paquete hermético, los paquetes de metal que tienen componentes de vidrio y cerámica son caros. Además, un canal de alimentación de vidrio o cerámica es un cierre hermético eléctrico mecánicamente delicado, y se puede dañar si el paquete se somete a vibración o sacudida mientras se usa.

Los materiales de epoxi representan una alternativa al vidrio y cerámica para la fabricación de cierres herméticos. La tecnología de sellado epoxi se puede usar con plástico para reducir los costos de empaquetado con la ventaja adicional de una amplia utilidad para muchos materiales de empaquetado y diseños de paquete diferentes. Para formar un cierre hermético, se aplica un material encapsulante epoxi alrededor del bastidor de conductores donde sale del cuerpo del paquete de plástico. Dado que no hay ningún método práctico de aplicar el material encapsulante a la interface, el material encapsulante se aplica a las superficies exteriores del cuerpo de paquete más bien que directamente a la interface bastidor de conductores-cuerpo del paquete. El material encapsulante requiere buena adhesión tanto al bastidor de conductores como al cuerpo del paquete de plástico con el fin de mantener un cierre hermético.

La Solicitud de Patente europea número EP-A-0575889 describe el sellado de componentes con resina epoxi.

Aunque se puede usar materiales encapsulantes de epoxi para formar un cierre hermético, estos materiales pueden quedar afectados adversamente por los gases corrosivos y fluidos que contactan las superficies exteriores del cuerpo del paquete de plástico. Aunque la epoxi se puede endurecer, una epoxi endurecida puede tener un coeficiente de expansión térmica que difiere del material de empaquetado de plástico. Las diferencias de la expansión inducida térmicamente de la epoxi y el plástico en los rangos de temperatura en los que deben funcionar muchos dispositivos electrónicos, puede dar lugar fácilmente a fisuración y pérdida de hermeticidad. Además de los problemas de fisuración, los cierres herméticos de epoxi no son adecuados donde el paquete se ha de exponer a fluidos de hidrocarbonos, tal como aceites, disolventes, y análogos, o ácidos oxidantes fuertes. Por consiguiente, se requieren nuevas técnicas de sellado de paquetes para módulos electrónicos que han de operar en entornos químicos corrosivos.

Breve descripción de los dibujos

La figura 1A ilustra, en sección transversal, una porción de un módulo electrónico dispuesto según una realización de la invención.

La figura 1B ilustra, en sección transversal, una porción de un módulo electrónico dispuesto según una realización alternativa de la invención.

La figura 2 es una vista superior de un módulo electrónico dispuesto según una realización ejemplar de la invención.

La figura 3 es una vista de montaje en sección transversal del módulo electrónico representado en la figura 2, tomada a lo largo de las líneas de sección 3-3.

Y la figura 4 es una vista de montaje en sección transversal del módulo electrónico representado en la figura 2, tomada a lo largo de las líneas de sección 4-4.

Se apreciará que para simplicidad y claridad de la ilustración, los elementos representados en las figuras no se han dibujado necesariamente a escala. Por ejemplo, las dimensiones de algunos elementos se han exagerado con relación a otros. Además, donde se considera apropiado, los números de referencia se han repetido entre las figuras para indicar elementos correspondientes.

Descripción detallada de realizaciones preferidas

La presente invención se refiere a un módulo electrónico que es capaz de evitar que entren fluidos en el módulo y dañen los componentes electrónicos internos. Módulos electrónicos pueden estar expuestos a fluidos corrosivos de un entorno operativo difícil. El diseño de módulo de la invención evita que entre fluido a lo largo de los principales recorridos de entrada colocando un material polimérico expansible dentro de una cavidad interior que se alinea con el recorrido de entrada de fluido. Cuando un fluido al que se expone el módulo electrónico, contacta el material polimérico expansible, el material polimérico se hincha para formar un cierre estanco a los fluidos, cerrando así el recorrido de entrada. En un aspecto, la invención proporciona un material expansible que es sensible a un fluido que entra en el módulo electrónico a lo largo de un recorrido de entrada. El cierre hermético permanece latente hasta que un fluido intenta entrar en el módulo electrónico, y entonces el polímero comienza a absorber el fluido y se expande para formar un cierre estanco a los fluidos.

En la figura 1A se representa en sección transversal una porción de un módulo electrónico 10 dispuesto según una realización de la invención. Un sustrato de paquete 12 incluye una sección de pared exterior 14 y una plataforma de adaptador de unión 16. El módulo electrónico 10 incluye una cubierta 15 que recubre el sustrato de paquete 12. El sustrato de paquete 12 y la cubierta 15 cooperan para formar un alojamiento 17 que protege un componente electrónico 18. La cubierta 15 se une herméticamente al sustrato del paquete 12 proporcionando un cierre estanco a los fluidos entre la cubierta y el sustrato de paquete.

Un componente electrónico 18 se une al sustrato del paquete 12 por una capa adhesiva 20 y el hilo se une a un hilo de paquete 22 por unión de hilo 24. El hilo de paquete 22 tiene una porción interior expuesta 26 que solapa la plataforma de adaptador de unión 16. La unión de hilo 24 se une a la porción interior 26, de tal manera que el hilo del paquete 22 se acople eléctricamente al componente electrónico 18. El hilo de paquete 22 se extiende a través de una porción interior de la plataforma de adaptador de unión 16 y atraviesa una cavidad interior 28. El hilo de paquete 22 también se extiende a través de una porción interior de la sección de pared 14, y un extremo terminal expuesto 30 se extiende hacia fuera de la sección de pared 14, de tal manera que se pueda realizar contacto eléctrico con sistemas externos al módulo electrónico 10.

La cavidad interior 28 se encierra por un cierre hermético de epoxi 32, que funciona como una cubierta sobre la cavidad interior 28. Un material polimérico expansible 34 reside en la cavidad interior 28. Cuando el hilo de paquete 22 se expone a un fluido, tal como un fluido de hidrocarbono, agua, disolventes líquidos, y análogos, se crea un recorrido de entrada principal por la difusión del fluido a lo largo del hilo del paquete 22. Si la difusión del fluido no se impide, el fluido se difundirá eventualmente a lo largo del hilo del paquete 22 a la porción interior 26, después a lo largo de la unión del hilo 24 llegando eventualmente al componente electrónico 18. Según la invención, el material polimérico expansible 34 es sensible a un fluido que se difunde a lo largo del hilo del paquete 22, de tal manera que el material polimérico 34 se expanda contra el cierre hermético de epoxi 32. La expansión del material polimérico 34 crea presión alrededor de la porción de hilo de paquete 22 atravesando la cavidad interior 28. La presión creada por el material polimérico 34 sella el hilo de paquete 22 al sustrato de paquete 12. El cierre hermético formado por la expansión del material polimérico 34 evita que se difunda fluido a las porciones interiores de módulo electrónico 10, tal como la plataforma de adaptador de unión 16.

Un módulo electrónico 11 según una realización alternativa de la invención se ilustra en sección transversal en la figura 1B. En la realización alternativa, la cavidad interior 28 y la plataforma de adaptador de unión 16 se extienden a la superficie superior del sustrato de paquete. El cierre hermético de epoxi 32 separa la superficie de pared 14 y la plataforma de adaptador de unión 16 de la cubierta 15 y sella la cavidad interior 28. Una cavidad de aire 35 recubre el material polimérico 34 dentro de la cavidad interior 28. Cuando el material polimérico 34 se hincha al contacto con un fluido, la cavidad de aire 35 proporciona una fuerza contraria que se opone a la expansión del material polimérico 34. La resistencia proporcionada por la cavidad de aire 35 aumenta la presión dentro de la cavidad interior 28 sellando el hilo de paquete 22 al sustrato de paquete 12.

La realización alternativa ilustra el uso de un medio deformable, tal como aire, para proporcionar una fuerza de resistencia dentro de la cavidad interior 28. Los expertos en la técnica apreciarán que se puede usar otros materiales y estructuras, tal como una bolsa llena de gas, y análogos, para contrarrestar la fuerza de expansión del material polimérico 34 y aumentar la presión alrededor del hilo de paquete 22.

En una realización preferida de la invención, el material polimérico 34 es un polímero a base de silicona capaz de expansión volumétrica al contacto con un fluido, tal como un fluido de hidrocarbono. Muy preferiblemente, el polímero a base de silicona es un polisiloxano sustituido conteniendo unidades monoméricos alquil sustituidas de repetición, o un copolímero desordenado conteniendo sustituyentes de alquilo halogenado. Por ejemplo, se puede usar

un polímero alquil sustituido que tiene la fórmula general, $[SiR_2O]_n$, donde R es un sustituyente de alquilo, y n es un entero positivo grande que indica el número de unidades monoméricas de repetición en el polímero de polisiloxano alquil sustituido.

Donde el material polimérico 34 es un polisiloxano, el material muy preferido es dimetil polisiloxano. El material de polisiloxano preferido, dimetil polisiloxano, puede ser un adhesivo de silicona sin imprimación que desarrolla una fuerte unión adhesiva de autoimprimación después del curado térmico. Tal adhesivo de silicona se puede obtener de Dow Corning Corp., de Midland, Michigan, y se comercializa bajo la denominación comercial "SYLGARD 577". Después de curar, el adhesivo de silicona preferido tiene una gravedad específica de 1,32 a 25°C, una resistencia a la tracción de 860 psi, y una resistencia al cizallamiento del recubrimiento de 770 psi. Los resultados experimentos indican que, después de la exposición a un fluido de hidrocarbono de cadena larga (C_{16} a C_{20}), tal como fluido de dirección asistida para automóviles que se puede obtener de Deutsche Pentosin-Werke GmbH de Wedel, Alemania, y que se comercializa bajo la denominación comercial "PENTOSIN", el dimetil polisiloxano experimentará una expansión volumétrica en el rango de entre aproximadamente 49 a aproximadamente 71 por ciento dependiendo del tiempo de exposición. Los datos experimentales recogidos para dimetil polisiloxano se exponen en la Tabla I.

TABLA I

Material	Cambio porcentual en volumen*
Dimetil polisiloxano	71
Polisiloxano fluorado	14

* 168 horas de exposición a fluido de dirección asistida Pentosin

Donde el material polimérico 34 es un polisiloxano copolimérico desordenado, el material preferido es un fluorosiloxano donde R_1 es $C_3H_4F_3$, y R_2 y R_3 son CH_3, y la relación de unidades poliméricas n:m es aproximadamente 40:60. Se puede usar un polisiloxano halogenado copolimérico desordenado que tiene la fórmula general $[(SiR_1R_2O)_n)$ $SiR_3O)_m]$, donde R_1 es un sustituyente de alquilo que tiene un halógeno, tal como flúor, y R_2 y R_3 son sustituyentes de alquilo, y donde n y m son enteros positivos existentes en varias relaciones dependiendo del compuesto de polisiloxano particular.

El polisiloxano halogenado más preferido es un polisiloxano fluorado copolimérico desordenado que tiene la fórmula química $[Si(CH_3)(CH_2CH_2CF_3)O)]_4[Si(CH_3)_2O)]_6$. El polisiloxano sustituido con flúor preferido es 40 por ciento de flúor estequiométrico sustituido, y exhibe buenas propiedades de adhesión después del curado térmico. Un polisiloxano fluorado adecuado se puede obtener de Dow Corning Corp., de Midland, Michigan, bajo la denominación comercial "X4-8012". El polisiloxano fluorado exhibe una gravedad específica de 1,28 después del curado térmico y tiene una resistencia a la tracción de 790 psi. Los resultados experimentales indican que el polisiloxano fluorado experimentará una expansión volumétrica de aproximadamente 14 a 21 por ciento después de la exposición a un fluido de hidrocarbono tal como fluido de dirección asistida para automóviles. Los datos experimentales para el polisiloxano fluorado se exponen en la Tabla I.

Con referencia a las figuras 1A o 1B, en un proceso de montaje, se deposita uno de los compuestos de polisiloxano preferidos anteriores en la cavidad interior 28 después de moldear el hilo de paquete 22 sobre el sustrato de paquete 12. El cierre hermético de epoxi 32 se aplica y cura para formar una cubierta resistente a la presión sobre la cavidad interior 28. Al contacto con un aceite de hidrocarbono, el polisiloxano se expande ejerciendo una presión en los seis lados de la cavidad interior 28.

Como se expone en la Tabla I, después de un contacto con fluido de dirección asistida para automóviles, el polisiloxano fluorado preferido incrementará su volumen aproximadamente 14 por ciento. Esta expansión ejercerá dentro de la cavidad interior 28 una presión de aproximadamente 45 MPa. La presión sustancial ejercida por el polisiloxano fluorado evita efectivamente que el fluido de dirección asistida se difunda a través de la plataforma de adaptador de unión 16 y contamine la unión de hilo formada en la porción interior 26 del hilo de paquete 22.

Los expertos en la técnica apreciarán que el mecanismo interactivo de sellado de paquetes de la invención se puede aplicar a una amplia variedad de módulos electrónicos. Por ejemplo, se puede formar una cavidad conteniendo un material polimérico expansible en paquetes electrónicos diseñados para proteger componentes de circuito integrados. Además, la invención se puede usar en otros tipos de paquetes diseñados para proteger sofisticados dispositivos electrónicos, tal como módulos multichip, series de transistores de potencia híbridos, unidades de control de motor, y análogos. Además, el mecanismo de sellado reactivo de la invención se puede emplear en cualquier diseño de paquete donde se desee evitar que un fluido entre en los espacios interiores del paquete a lo largo de un recorrido de difusión. Por consiguiente, la siguiente realización ejemplar es solamente una de muchas disposiciones posibles para la incorporación del mecanismo de sellado reactivo de la invención en un módulo electrónico.

Las figuras 2-4 ilustran varias vistas de un módulo electrónico 40 dispuesto según una realización ejemplar de la invención. En la figura 2 se representa una vista superior de un módulo electrónico 40 que está configurado para

inmersión en un fluido de hidrocarbono. Una pluralidad de componentes electrónicos 42 solapan una placa de circuitos impresos 44 y están interconectados entre sí y con una pluralidad de transistores de potencia 46 por hilos de interconexión 48. Las señales de control de circuitería de control eléctrica externa (no representada) están acopladas eléctricamente a componentes electrónicos 42 por un primer bastidor de conductores 50 que se moldea sobre un sustrato de paquete 52 del componente electrónico 40. Las señales de control de potencia son enviadas desde transistores de potencia 46 a motores de accionamiento externos (no representados) por un segundo bastidor de conductores 54. Ambos bastidores de conductores primero y segundo 50 y 54 incluyen una pluralidad de hilos metálicos 56 y 58 respectivamente, que transportan las señales eléctricas al y del módulo de control electrónico 40. Una ranura periférica 60 se extiende alrededor del perímetro del sustrato de paquete 52 y está configurada para recibir una cubierta 62.

En la figura 3 se representa una vista de montaje en sección transversal del módulo electrónico 40, tomada a lo largo de la línea de sección 3-3 de la figura 2. El sustrato de paquete 52 incluye una superficie de pared exterior 64 dentro de la que se forma la ranura periférica 60. Una lengüeta 66 que cuelga de la cubierta 62 se inserta en la ranura periférica 60. La lengüeta 66 se une a la ranura periférica 60 para formar un cierre estanco a los fluidos entre la cubierta 62 y el sustrato de paquete 52. Un difusor de calor 63 se moldea sobre el sustrato de paquete 52 y proporciona un soporte para la placa de circuitos impresos 44. El difusor de calor 63 funciona para disipar la gran cantidad de calor generado por los transistores de potencia 46 durante la operación del módulo electrónico 40. El difusor de calor también incluye medios de unión 65 para montar el módulo electrónico 40 en una superficie de un depósito de dirección asistida de automóvil.

Cuando la cubierta 62 y el sustrato de paquete 52 se juntan y sellan, los componentes electrónicos 42 y los transistores de potencia 46 se encierran dentro de una cavidad interior 68. Los transistores de potencia 46 se unen por hilo a una porción interior 70 del hilo de metal 58 por una unión de hilo 72. El hilo de metal 58 se extiende a través de una segunda cavidad interior 74 y la superficie de pared 64, un material polimérico expansible 76 reside en la segunda cavidad 74 y se contiene allí por una capa de epoxi 78.

En la figura 4 se representa una vista de montaje en sección transversal de módulo electrónico 40, tomada a lo largo de la línea de sección 4-4 de la figura 2. Una unión de hilo 80 acopla eléctricamente los componentes electrónicos 42 a través de hilos de interconexión 48 a una porción interior 82 del hilo de metal 56. El hilo de metal 56 se une a una plataforma de adaptador de unión 84 y la superficie de pared 64 del sustrato de paquete 52. El hilo de metal 56 atraviesa una tercera cavidad interior 86.

En una disposición similar al mecanismo de sellado de la segunda cavidad 74, un cierre hermético de epoxi 88 solapa un material polimérico 90 depositado dentro de la tercera cavidad 86. En la realización ilustrativa, los hilos metálicos individuales del bastidor de conductores 50 son considerablemente más pequeños y más numerosos que los hilos metálicos individuales del segundo bastidor de conductores 54. Es importante observar que, a pesar de la disparidad de las dimensiones de los hilos, el mecanismo de sellado reactivo de la invención se puede emplear para formar un cierre hermético a presión alrededor de hilos de varias dimensiones y forma una barrera estanca a los fluidos entre un cuerpo del paquete y los hilos de metal que tienen varias características físicas. Dado que el material polimérico empleado dentro de las cavidades segunda y tercera 74 y 86 se puede deformar al contacto con un fluido de hidrocarbono, el material polimérico puede formar un cierre hermético virtualmente alrededor de cualquier sección transversal de la geometría de cable. Además, la naturaleza deformable del material polimérico permite emplear el material en una cavidad con aspectos geométricos diferentes de los aquí ilustrados. Por ejemplo, la cavidad se puede encerrar completamente dentro del material de sustrato e introducirse a través de un orificio de acceso dentro del sustrato. Los expertos en la técnica apreciarán que muchas variaciones son posibles para emplear el mecanismo de sellado reactivo de la invención y esas varias geometrías caen dentro del alcance de la presente invención.

En la presente realización ilustrativa, el módulo electrónico 40 está diseñado para unirse por medios de unión 65 a soportes metálicos dentro del mecanismo de dirección asistida de un automóvil. El punto de unión es tal que, en la operación, el módulo electrónico 40 se sumergirá completamente en fluido de dirección asistida dentro de un aparato de dirección asistida. La gran cantidad de calor generado por la operación del módulo electrónico 40 será disipada por el difusor de calor 63, y por transferencia de calor del alojamiento de paquete al fluido de dirección asistida circundante. Dado que el módulo electrónico 40 pasará toda su vida funcional sumergido en fluido de dirección asistida, la protección de los componentes electrónicos 42 y los transistores de potencia 46 contra la contaminación del fluido de dirección asistida requiere el perfecto sellado estanco a los fluidos alrededor de todas las superficies exteriores del alojamiento de paquete. Según la invención, los materiales poliméricos expansibles 76 y 90 permanecen listos para responder a la presencia de cualquier fluido de dirección asistida que se difunda a lo largo de los hilos metálicos 56 o 58.

Así, es evidente que se ha facilitado, según la invención, un módulo de control electrónico con cierres estancos a los fluidos que ofrece plenamente las ventajas antes expuestas. Aunque la invención se ha descrito e ilustrado con referencia a sus realizaciones ilustrativas específicas, no se pretende que la invención se limite a dichas realizaciones ilustrativas. Por ejemplo, se puede usar otros tipos de materiales de empaquetado, tal como poliimidas, plásticos de silicona, plástico impregnado con metal refractario, y análogos. Además, se puede emplear unión de cinta y tecnología de montaje superficial. Por lo tanto, se pretende incluir dentro de la invención todas las variaciones y modificaciones que caigan dentro del alcance de las reivindicaciones anexas y sus equivalentes.

REIVINDICACIONES

1. Un módulo electrónico incluyendo:

un alojamiento (17) que tiene una superficie exterior configurada para exposición a un fluido de hidrocarbono;

un componente electrónico (18, 42, 46) montado dentro del alojamiento (17);

una cavidad interior (28, 74, 86) dentro del alojamiento (17) entre el componente electrónico (18, 42, 46) y la superficie exterior;

conexiones eléctricas (22, 58, 56) acopladas al componente electrónico (18, 42, 46) y que se extienden en la cavidad interior; y

una capa sellante (32, 78, 88) dentro de la cavidad interior (28, 74, 86);

caracterizado porque las conexiones eléctricas (22, 58, 56) se extienden a través de la cavidad interior (28, 74, 86) y la superficie exterior; y

se dispone un material polimérico a base de silicona (34, 76, 90) dentro de la cavidad interior (28, 74, 86) rodeando la porción de las conexiones eléctricas (22, 58, 56) que se extienden en la cavidad interior (28, 74, 86) y que es sensible al fluido de hidrocarbono, de tal manera que el material polimérico a base de silicona (34, 76, 90) se expanda al contacto con el fluido de hidrocarbono;

la capa sellante (32, 78, 88) está configurada para retener el material polimérico a base de silicona (34, 76, 90); y

la capa sellante (32, 78, 88) y el material polimérico a base de silicona (34, 76, 90) cooperan para formar un cierre hermético que rodea las conexiones eléctricas (22, 58, 56) y sella las conexiones eléctricas (22, 58, 56) al alojamiento después del contacto del material polimérico a base de silicona por el fluido de hidrocarbono evitando que el fluido de hidrocarbono contacte el componente (18, 42, 46).

2. El módulo electrónico de la reivindicación 1, donde el material polimérico a base de silicona (34, 76, 90) incluye un polímero a base de silicona seleccionado del grupo que consta de polisiloxano halogenado y polisiloxano alquil sustituido.

3. El módulo electrónico de la reivindicación 1, donde la capa sellante (32, 78, 88) incluye epoxi colocada en la cavidad interior (28, 74, 86) encima del material polimérico a base de silicona (34, 76, 90).

4. El módulo electrónico de la reivindicación 1, donde las conexiones eléctricas (22, 58, 56) incluyen un bastidor de conductores de material (50, 54) unido al alojamiento (17).

5. El módulo electrónico de la reivindicación 1 donde las conexiones eléctricas (22, 58, 56) atraviesan la cavidad (28, 74, 86); y

donde la capa sellante es una capa resistente a la presión (32, 78, 88), y el material polimérico a base de silicona (34, 76, 90) está confinado por la capa resistente a la presión (32, 78, 88); recubriendo dicha capa resistente a la presión (32, 78, 88) el material polimérico a base de silicona expansible (34, 76, 90), donde la capa resistente a la presión (32, 78, 88) y el material polimérico a base de silicona expansible (34, 76, 90) cooperan para formar un cierre hermético que rodea las conexiones eléctricas (22, 58, 56) y sella las conexiones eléctricas (22, 58, 56) al alojamiento (17) al contacto del material polimérico a base de silicona expansible (34, 76, 90) por el fluido.

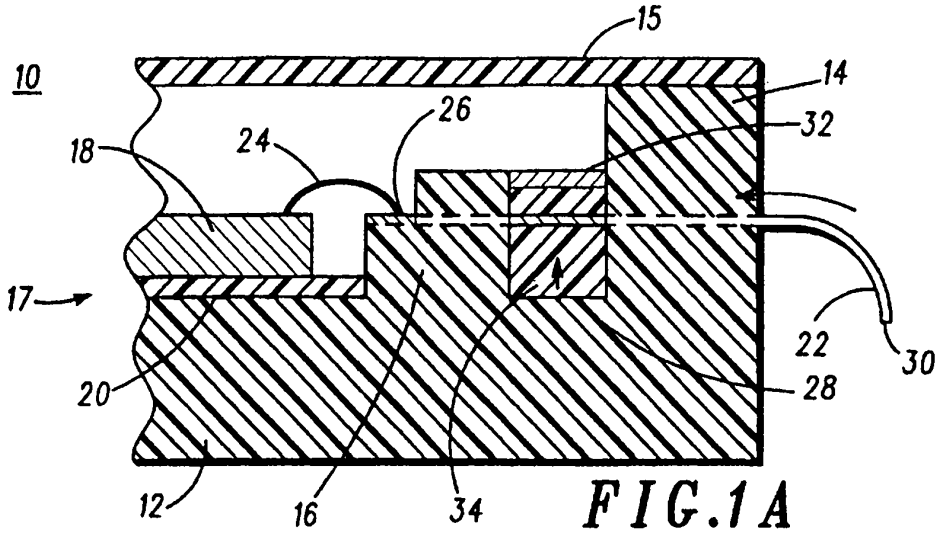

FIG.1A

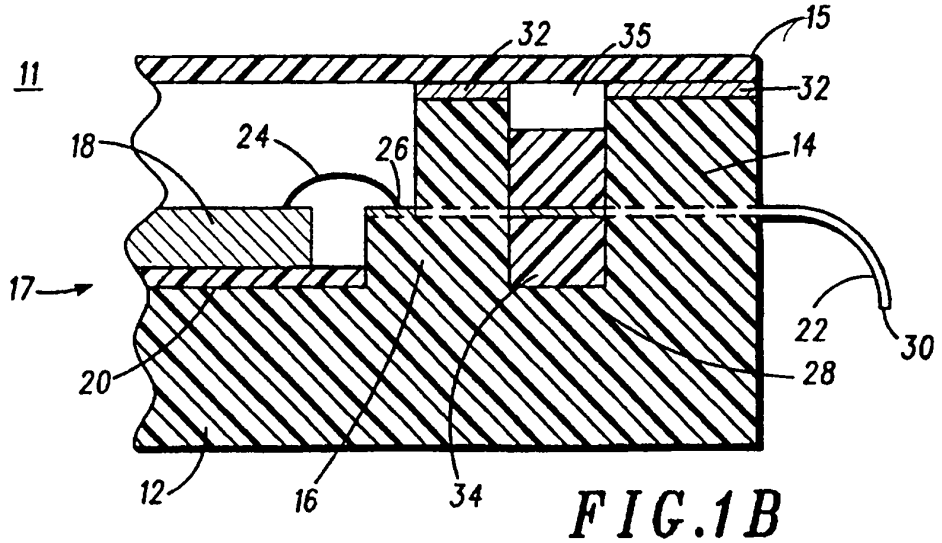

FIG.1B

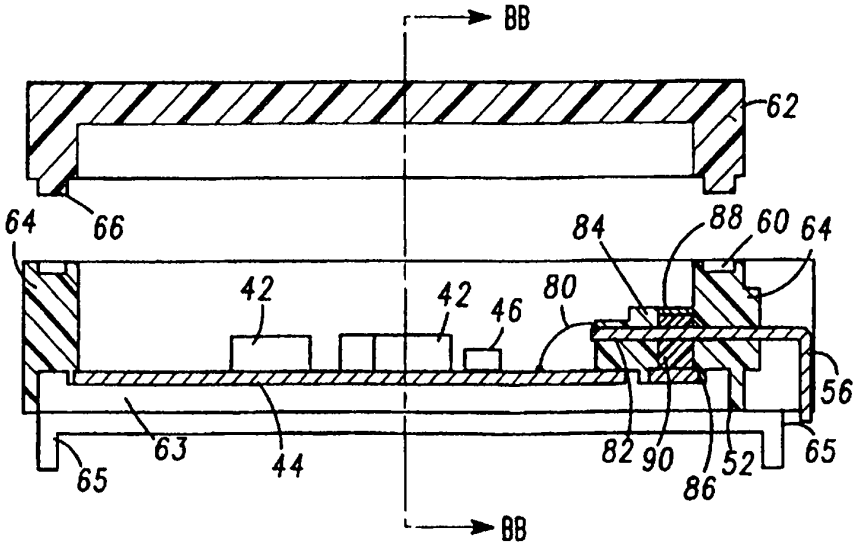

FIG.4

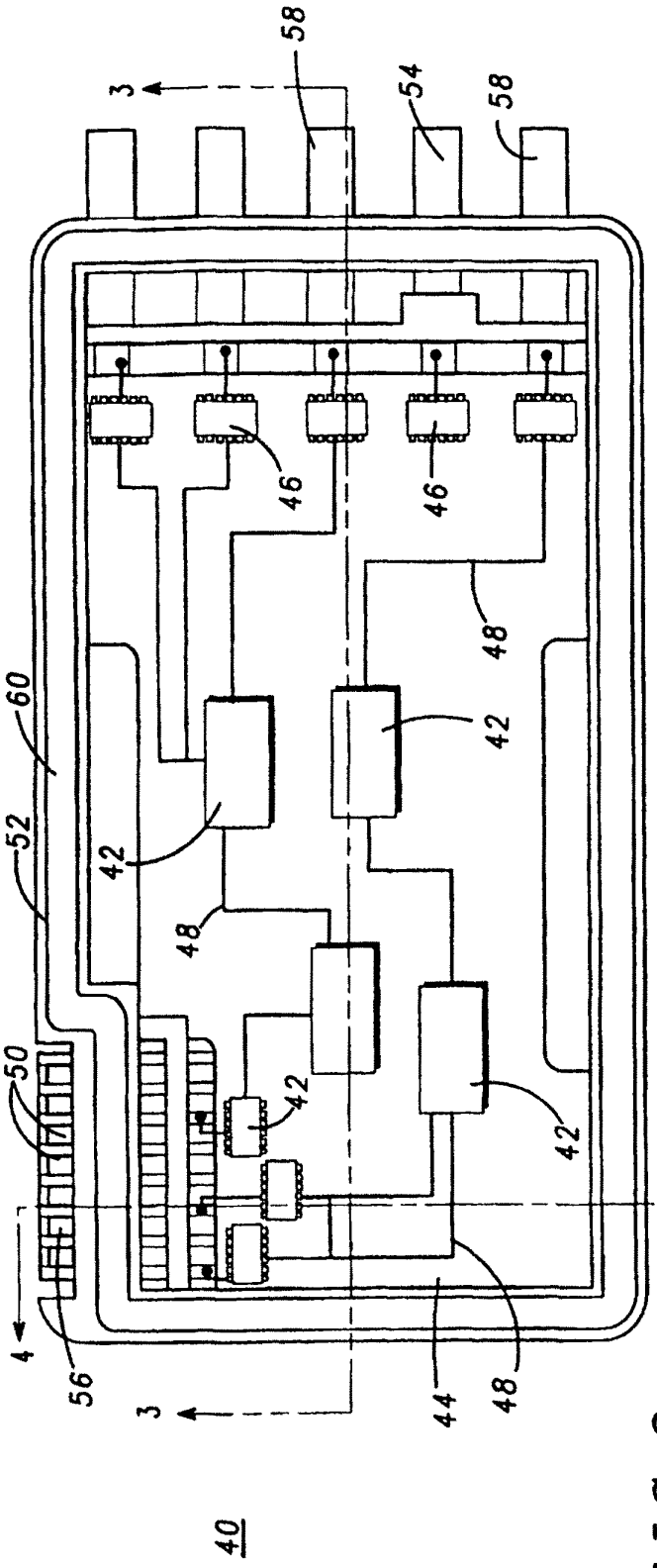
58
54
58
3
3
46
46
48
42
42
48
42
42
60
52
50
56
4
4
44
48
40

FIG.2

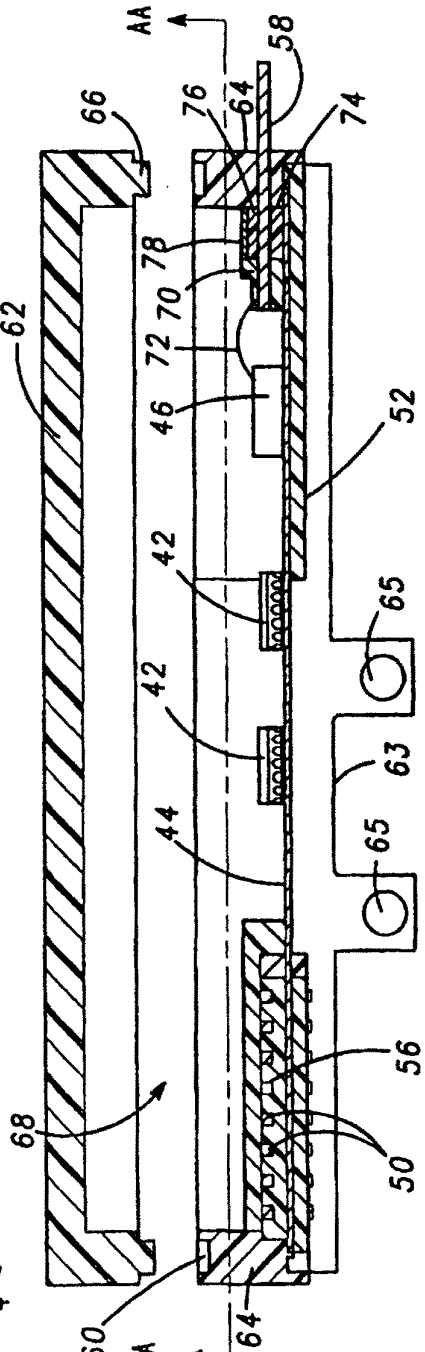
AA
AA
58
66
76
64
74
78
70
72
62
46
52
42
42
65
63
65
44
56
50
68
60
64

FIG.3