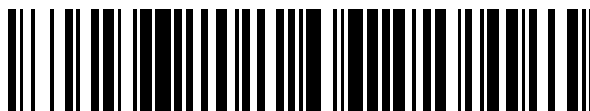


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 532 965**

51 Int. Cl.:

H01L 23/66 (2006.01)

H01L 23/373 (2006.01)

H01L 23/498 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **19.11.2010** **E 10191826 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **07.01.2015** **EP 2339619**

54 Título: **Circuito integrado de microondas dotado de dispositivo de amortiguación para supresión de ruido microfónico**

30 Prioridad:

23.11.2009 IT MI20092050

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:

06.04.2015

73 Titular/es:

SIAE MICROELETTRONICA S.P.A. (100.0%)
Via Buonarroti 21
20093 Cologno Monzese (MI), IT

72 Inventor/es:

FAVRE, GAETANO y
PINI, ALBERTO

74 Agente/Representante:

SUGRAÑES MOLINÉ, Pedro

ES 2 532 965 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

Circuito integrado de microondas dotado de dispositivo de amortiguación para supresión de ruido microfónico

La presente invención se refiere a un dispositivo de amortiguación para reducir el ruido microfónico en osciladores. En el sector técnico relacionado con la transmisión/recepción de señales de frecuencia de microondas se conoce que el aparato en cuestión usa uno o más osciladores como fuentes de microondas (MW) y también se conoce que en los aparatos más recientes dichos osciladores también se realizan usando circuitos integrados de microondas monolíticos (MMIC) que, por su naturaleza, son particularmente sensibles a esfuerzos mecánicos que pueden provocar fluctuaciones de fase y/o, más generalmente, inestabilidad de la frecuencia oscilante.

Esta sensibilidad de los osciladores tiene un efecto negativo en el aparato de transmisión, creando inestabilidad en el espectro y, en el caso de señales digitales, consiguientes errores de transmisión/recepción. También se conocen métodos para reducir el impacto que dichas perturbaciones o vibraciones/impactos mecánicos pueden tener sobre la estabilidad de los osciladores; estos métodos prevén esencialmente encerrar los circuitos electrónicos que van a protegerse dentro de receptáculos mecánicos que se amortiguan usando medios en la parte exterior del propio receptáculo.

Dichos receptáculos, dentro de los cuales se alojan los osciladores, tienen, sin embargo, un peso y tamaño que son mucho mayores que los de los propios circuitos y por tanto requieren dispositivos de amortiguación de grandes dimensiones, complicando así considerablemente el sistema de radio final desde el punto de vista del volumen, la facilidad de ensamblaje y los costes. Además, estos receptáculos amortiguados requieren interconexiones flexibles y elementos de conexión que son complicados y costosos.

Por el documento JP-03261203 se conoce también insertar un gel conductor entre el oscilador y un panel de soporte para eliminar las vibraciones mecánicas y por tanto el ruido microfónico; no obstante el gel tiene el inconveniente de que no tiene dimensiones geométricas precisas puesto que, tras su aplicación, tiende a contraerse por un lado, mientras se extiende por el otro lado; este movimiento del gel da como resultado la necesidad de proporcionar hilos de conexión (unión por hilo, *wire bonding*) entre el oscilador y el circuito impreso de soporte, que son de mayor longitud y tienen rizos para evitar que se rompan por el lado en el que se produce la contracción del gel; estos rizos en los hilos dan como resultado un aumento de las inductancias parásitas que, a frecuencias de microondas (>4GHz), abren la interconexión eléctrica, provocando un mal funcionamiento del oscilador que, puesto que ya no está presente la carga nominal, oscila a frecuencias espurias.

Una situación de este tipo se origina con el circuito descrito en el documento JP-04051705 que usa placas de amortiguación flexibles en lugar del gel.

A frecuencia de microondas, dichas placas crean inductancias nada despreciables y dan lugar a los mismos inconvenientes y al mal funcionamiento mencionado anteriormente. El documento US 2006/245308 describe una estructura en 3D aplada en la que un dispositivo interconector se interpone estratégicamente entre sustratos que portan circuitos activos para conseguir un resultado de amortiguación de esfuerzos, es decir una deformación elástica, en respuesta a cargas estáticas mecánicas. El dispositivo interconector está formado por un núcleo compuesto por capas de material dieléctrico (ni eléctrica ni térmicamente conductoras) intercaladas entre dos laminados de metal. La disipación térmica desde el estrato superior hasta el sustrato inferior y la conducción eléctrica sólo se efectúa a través de los laminados delgados que encierran el dieléctrico, mientras no se hace mención a la supresión de ruido microfónico. El documento US 5 832 598 A da a conocer un receptáculo para circuitos MMIC encerrados por una cubierta de protección.

Por tanto, el problema técnico que se plantea es proporcionar un dispositivo que pueda reducir las perturbaciones microfónicas (fluctuaciones de fase e inestabilidad de frecuencia) provocadas por las vibraciones e impactos mecánicos que afectan a los osciladores que funcionan a frecuencias de microondas y se usan en sistemas de transmisión/recepción.

En relación con este problema también es necesario que este dispositivo tenga un bajo coste y sea fácil y económico de producir y ensamblar.

Estos resultados se consiguen según la presente invención mediante un circuito electrónico que comprende al menos un circuito oscilador de microondas (MW) amortiguado según las características particulares de la reivindicación 1.

Pueden obtenerse detalles adicionales a partir de la siguiente descripción de varios ejemplos no limitativos de realización del objeto de la presente invención, proporcionados con referencia a los dibujos adjuntos en los que:

la figura 1 muestra una vista en despiece ordenado esquemática de una primera realización de un circuito MMIC con un dispositivo de amortiguación según la presente invención;

la figura 2 muestra una vista en sección transversal del circuito según la figura 1 en el estado ensamblado;

la figura 3 muestra una vista en sección transversal de una segunda realización de un circuito con varios osciladores y un dispositivo de amortiguación según la presente invención;

la figura 4 muestra una vista en sección transversal de una aplicación adicional del dispositivo de amortiguación según la presente invención; y

la figura 5 muestra una vista en sección transversal de un receptáculo sellado para circuitos MMIC con un dispositivo de amortiguación según la presente invención.

Tal como se muestra en la figura 1, un circuito oscilador con un dispositivo de amortiguación según la invención comprende:

- un circuito integrado de microondas monolítico (MMIC) 10 que debe protegerse frente a esfuerzos mecánicos;

- un dispositivo para amortiguar los esfuerzos mecánicos a los que puede estar expuesto el circuito integrado 10, que consiste en una capa 20 de material flexible que contiene polvos conductores de modo que actúa como buen conductor eléctrico y térmico; con respecto al significado y a efectos de la presente invención, dicha capa de material flexible se denominará sustrato 20 que tiene propiedades mecánicas y un grosor adecuados que se definirán de manera más completa a continuación;

- un circuito impreso de base 30 sobre el que se aplica el sustrato flexible 20;

- al menos una conexión eléctrica prevista en forma de un microhilo conductor 40, del cual un extremo está termocomprimido sobre un contacto plano 12 del circuito integrado 10 y el otro extremo está termocomprimido sobre un contacto plano 31 del circuito impreso 30 (= unión por hilo) para formar la conexión eléctrica entre las dos partes, mientras se permiten movimientos relativos del circuito integrado 10 y el circuito impreso 30.

La vista en sección transversal de la figura 2 muestra un circuito integrado de microondas monolítico (MMIC) 10 que está unido al lado superior de un sustrato flexible 20 por medio de una resina epoxídica 11 que a su vez es eléctrica y térmicamente conductora; el lado inferior del sustrato flexible 20 se une usando resina epoxídica 11 a una capa de relleno de tierra 32 de un circuito impreso de base 30 del circuito electrónico amortiguado.

La capa de relleno de tierra 32 está conectada a su vez a un panel de tierra 33 dispuesto en el lado opuesto del circuito impreso 30, por medio de orificios pasantes metalizados 34 que conectan eléctricamente los dos lados del circuito impreso.

El área del circuito integrado monolítico 10 es del orden de mm^2 y el grosor del sustrato flexible 20 se encuentra preferiblemente en la región de 0,5 mm.

Un ejemplo de material adecuado para su la fabricación del sustrato flexible 20 consiste en el producto realizado por la empresa Chomerics denominado "cho-seal 1285" que tiene una dureza Shore (escala A) de 60-70, una resistencia a tracción a la rotura $\geq 1,38 \text{ Mpa}$ con una elongación del 100-300%.

El circuito integrado monolítico (MMIC) 10 está conectado eléctricamente a las trayectorias de circuito impreso 30 por medio de microhilos 40 con una longitud tal como para permitir oscilaciones relativas del propio circuito integrado y el circuito impreso de base 30, sin introducir una inductancia parásita excesiva a las frecuencias de trabajo, que en la actualidad pueden compensarse, según la técnica anterior, por medio del dimensionamiento correcto de los contactos planos de unión 31 sobre el circuito impreso 30.

Tal como se muestra en líneas discontinuas, se prevé que el circuito de oscilación pueda estar cerrado por una cubierta de protección 50 compuesta por material metálico, de plástico, o absorbente que se pega a la placa de circuito impreso 30 usando resinas epoxídicas que no son necesariamente conductoras. La cubierta 50 puede estar dotada de una capa de material absorbente de microondas para evitar cualquier problema de compatibilidad electromagnética.

La figura 3 muestra una segunda realización de un circuito electrónico amortiguado según la presente invención en el que se prevé que pueda haber uno o más circuitos integrados de microondas monolíticos (MMIC) 10 que deben protegerse frente a vibraciones o impactos mecánicos; dichos MMIC 10 están dispuestos en este caso sobre un circuito impreso intermedio 60 y están conectados al mismo por medio de unión conductora o SMT (Tecnología de Montaje Superficial, o *Surface Mounting Technology* por sus siglas en inglés), según la técnica conocida.

El circuito impreso intermedio 60 está dotado de trayectorias, contactos planos y orificios pasantes metalizados 64 para la interconexión eléctrica (tierra, alimentación eléctrica, señales) de los circuitos integrados monolíticos (MMIC) 10.

El panel de tierra 63 del circuito impreso intermedio 60 se une usando resina epoxídica conductora 11 a un sustrato flexible 20 ya descrito en relación con el ejemplo de la figura 2 y en este caso también se usa la misma resina epoxídica conductora 11 para unir el sustrato flexible 20 a una capa de relleno de tierra 32 del circuito impreso de base 30 del circuito electrónico amortiguado.

Dicha capa de relleno de tierra 32 está conectada a un panel de tierra 33 dispuesto en el lado opuesto del circuito impreso, por medio de orificios pasantes metalizados 34 que conectan eléctricamente los dos lados de la placa de circuito impreso. Como en el ejemplo de la figura 1, el grosor del sustrato flexible 20 se encuentra en la región de 0,5 mm.

Las conexiones flexibles 40 que se usan en la tecnología de unión por hilo llevan a cabo la conexión de los contactos planos 61 del circuito impreso intermedio 60 con los contactos planos 31 del circuito impreso de base 30, permitiendo una oscilación relativa de los dos circuitos impresos para permitir la amortiguación del circuito de oscilación MMIC 10.

Preferiblemente dichos microhilos de unión por hilo 40 para las conexiones eléctricas entre el circuito integrado 10 y el circuito impreso de base 30 tienen una longitud no superior a 1 mm.

Además, se prevé que cada conexión entre circuito integrado y circuito impreso comprenda un par de microhilos 40 dispuestos en paralelo para reducir a la mitad las inductancias parásitas.

La figura 4 muestra una manera de adicional de aplicar el dispositivo de amortiguación según la presente invención; en este caso, el circuito integrado 10 está en la forma denominada de "paquete", es decir encajonado dentro de un receptáculo aislante 110 dotado de patillas 111 para soldarse a un circuito impreso intermedio 60 usando SMT; el circuito impreso intermedio 60 está unido sobre la capa de amortiguación 20 que a su vez está unida a un circuito impreso de base 30.

La figura 5 muestra una vista en sección transversal de una tercera realización de un circuito electrónico amortiguado frente a vibraciones e impactos mecánicos, según la presente invención.

Esta realización prevé encerrar uno o más circuitos integrados monolíticos 10, 110 y el dispositivo de amortiguación 20 asociado dentro de un receptáculo 100 que puede montarse usando SMT sobre un circuito impreso externo 70.

El circuito integrado de microondas monolítico (MMIC) 10, similar al visto en los ejemplos anteriores, está unido sobre un sustrato flexible 20 que forma el dispositivo de amortiguación. El sustrato flexible 20 está unido a su vez al circuito impreso de base 30 y está dotado de orificios metalizados 34 para transferir la tierra y las señales eléctricas a puntos de conexión 34a situados en el otro lado del mismo y es adecuado para el montaje superficial usando SMT sobre dicho circuito impreso externo 70.

Una cubierta de protección 50, que está compuesta por material metálico o de plástico, se une usando resinas de sellado epoxídicas al circuito impreso de base 30 para formar un receptáculo sellado 100 para alojar el circuito integrado monolítico 10 y el sustrato flexible 20, adecuado para el montaje sobre el circuito impreso 70 usando SMT.

Para una ilustración más clara, en la figura 4 el circuito encerrado dentro del receptáculo está formado según la primera realización, descrita en la figura 2, aunque un experto en la técnica puede concebir diferentes circuitos amortiguados encerrados en un receptáculo similar.

Por tanto, está claro cómo puede usarse el dispositivo de amortiguación según la presente invención para proporcionar osciladores de microondas, y en particular circuitos MMIC, que están protegidos frente a vibraciones y/o impactos mecánicos y por tanto pueden reducir los problemas microfónicos asociados, superando al mismo tiempo los problemas asociados con la formación de inductancias parásitas que resultan de interconexiones metálicas excesivamente largas (uniones por hilo) que son la causa de un mal funcionamiento del propio oscilador.

Además, la posibilidad de proporcionar circuitos amortiguados encerrados dentro de un receptáculo de protección significa que el almacenamiento y ensamblaje de dichos circuitos puede llevarse a cabo usando medios automáticos, reduciendo adicionalmente de ese modo los costes y el tiempo de producción. Aunque se describe en relación con determinadas formas constructivas y determinados ejemplos de realización preferidos de la invención, se entiende que el alcance de protección de la presente patente está definido únicamente por las siguientes reivindicaciones.

REIVINDICACIONES

1. Circuito electrónico que comprende al menos un oscilador de tipo integrado de microondas monolítico (MMIC) que funciona a frecuencias superiores a 4 GHz y al menos un circuito impreso de base (30) para soportar el oscilador, y un dispositivo de amortiguación (20) **caracterizado por que** dicho dispositivo de amortiguación (20) consiste en un sustrato (20), compuesto por material flexible que contiene polvos eléctrica y térmicamente conductores, dispuesto entre el circuito integrado (10) y el circuito impreso de base (30) y adecuado para suprimir ruido microfónico.
2. Circuito según la reivindicación 1, **caracterizado por que** dicho sustrato tiene una dureza Shore (escala A) de entre 30 y 80.
3. Circuito según la reivindicación 2, **caracterizado por que** dicho sustrato tiene una dureza Shore (escala A) preferiblemente de entre 60 y 70.
4. Circuito según la reivindicación 1, **caracterizado por que** dicho sustrato tiene una resistencia a tracción a la rotura $\geq 1,38$ Mpa con una elongación del 100-300%.
5. Circuito electrónico según la reivindicación 1, **caracterizado por que** comprende una capa de adhesivo (11) dispuesta entremedias para conectar entre sí el sustrato flexible (20), por un lado, y el lado superior del primer circuito impreso (30) y el lado inferior del circuito integrado (10), por otro lado.
6. Circuito electrónico según la reivindicación 5, **caracterizado por que** dicho adhesivo (11) es una resina epoxídica que es eléctrica y térmicamente conductora.
7. Circuito electrónico según la reivindicación 1, **caracterizado por que** comprende microhilos (40) o “uniones por hilo” con una longitud no superior a 1 mm para las conexiones eléctricas entre el circuito integrado (10) y el circuito impreso de base (30).
8. Circuito electrónico según la reivindicación 7, **caracterizado por que** comprende un par de microhilos (40) dispuestos en paralelo, para cada conexión.
9. Circuito electrónico según la reivindicación 1, **caracterizado por que** dicho circuito oscilador (110) es un MMIC empaquetado.
10. Circuito electrónico según la reivindicación 1, que comprende diversos circuitos osciladores (10; 110), **caracterizado por que** comprende un circuito impreso intermedio (60) dispuesto entre los circuitos integrados (10; 110) y el dispositivo de amortiguación (20).
11. Circuito electrónico según la reivindicación 10, **caracterizado por que** el sustrato flexible (20), por un lado, y el lado superior del primer circuito impreso (30) y el lado inferior del circuito integrado (10), por otro lado, se conectan entre sí mediante medios adhesivos (11).
12. Circuito electrónico según la reivindicación 11, **caracterizado por que** comprende microhilos (40) para formar conexiones eléctricas (uniones por hilo) entre el circuito impreso intermedio (60) y el circuito impreso de base (30).
13. Circuito electrónico según la reivindicación 1, **caracterizado por que** comprende una cubierta (50) sujeta al circuito impreso de base (30) y que puede encerrar dicho circuito electrónico.
14. Circuito electrónico según la reivindicación 13, **caracterizado por que** la cubierta (50) está compuesta por/comprende un material absorbente de microondas.
15. Circuito electrónico según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** es en forma de un receptáculo sellado (100) que comprende al menos una cubierta de cierre (50) fijada a dicho circuito impreso de base (30).
16. Circuito electrónico según la reivindicación 15, **caracterizado por que** dicha cubierta (50) se sella sobre el circuito impreso de base (30).
17. Circuito electrónico según la reivindicación 16, **caracterizado por que** la superficie exterior del receptáculo de dicho circuito impreso de base (30) tiene puntos de contacto (34a) situados en la región de orificios metálicos en dicho circuito impreso (30) para llevar a cabo la conexión entre sí de los mismos y/o para el montaje superficial sobre un circuito impreso externo (70).

