

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 983 209**

51 Int. Cl.:

H01P 1/20 (2006.01)
H05K 1/02 (2006.01)
H01G 4/35 (2006.01)
H03H 1/00 (2006.01)
H01P 3/08 (2006.01)
H01G 4/012 (2006.01)
H01G 4/232 (2006.01)
H01G 4/30 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **20.07.2021** **PCT/IB2021/056550**
87 Fecha y número de publicación internacional: **27.01.2022** **WO22018634**
96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **20.07.2021** **E 21743281 (4)**
97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **08.05.2024** **EP 4182996**

54 Título: **Pasamuros capacitivo para módulos herméticos híbridos para aplicaciones espaciales**

30 Prioridad:

20.07.2020 IT 202000017554

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la
traducción de la patente:
22.10.2024

73 Titular/es:

**THALES ALENIA SPACE ITALIA S.P.A. CON
UNICO SOCIO (100.0%)
Via Saccomuro, 24
00131 Roma, IT**

72 Inventor/es:

**RANIERI, PAOLO;
SALVATO, ANTONIO;
PICCHIONE, ELIO y
CAFAGGI, ANDREA**

74 Agente/Representante:

ARIAS SANZ, Juan

ES 2 983 209 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

Pasamuros capacitivo para módulos herméticos híbridos para aplicaciones espaciales

Campo técnico de la invención

- 5 La presente invención se refiere, en general, a módulos híbridos sellados herméticamente usados para aplicaciones espaciales (por ejemplo, a bordo de naves espaciales, satélites, plataformas espaciales, etc.) y, más específicamente, a un pasamuros capacitivo que asegura el filtrado de interferencias electromagnéticas (EMI) y el rendimiento de las emisiones radiadas de compatibilidad electromagnética (EMC) consiguiendo adecuado para módulos híbridos sellados herméticamente, y que se puede sellar herméticamente a los mismos.

Estado de la técnica

- 10 Como es sabido, hoy en día los módulos híbridos se usan ampliamente, en general, para aplicaciones espaciales y, en particular, para la electrónica a bordo de naves espaciales.

- En particular, en el sector espacial, los términos “módulos híbridos sellados herméticamente”, “módulo híbrido (hermético)”, “microcircuito/circuito híbrido” o, simplemente, “híbrido (hermético)” se usan típicamente para referirse a una combinación de elementos (por ejemplo, uno o más sustratos de interconexión, uno o más elementos activos o pasivos, etc.) dispuestos en el interior de un paquete/alojamiento/carcasa sellado herméticamente y diseñados para realizar una o más funciones electrónicas predefinidas, en donde:

- los sustratos de interconexión (por ejemplo, sustratos de película gruesa o delgada, sustratos cerámicos cocidos conjuntamente, sustratos de cobre unido directamente (DBC), etc.) se pueden dotar o sin componentes pasivos integrados (por ejemplo, resistencias, inductores, condensadores);
- los elementos activos pueden ser monolíticos o discretos, chips o componentes empaquetados; y
- las funciones electrónicas predefinidas pueden incluir funciones digitales o analógicas, funciones de baja frecuencia o de radiofrecuencia (por ejemplo, microondas), funciones de baja potencia o alta potencia, y se pueden mezclar dependiendo de la aplicación específica.

La ventaja principal de esta tecnología es el uso de componentes de matriz desnuda que permite reducir:

- los costes de adquisición de los componentes; y
- los efectos parásitos eléctricos de los componentes empaquetados que son críticos cuando los módulos operan a alta frecuencia (por ejemplo, GHz o frecuencias más altas).

- 30 El rendimiento de las emisiones radiadas de compatibilidad electromagnética (EMC) de un módulo hermético híbrido de radiofrecuencia (RF) (por ejemplo, un módulo hermético híbrido de microondas) se determina principalmente por la efectividad del apantallamiento electromagnético del módulo. A este respecto, un punto débil del apantallamiento electromagnético de los módulos híbridos se representa por pasamuros de corriente continua (DC) (es decir, elementos diseñados y usados para llevar la polarización de DC al interior de los módulos híbridos), que típicamente no proporcionan un filtrado de interferencias electromagnéticas (EMI) adecuado. Desafortunadamente, hoy en día no existe ninguna solución efectiva real al problema.

- 35 De hecho, las soluciones de pasamuros actuales usados para módulos híbridos se basan típicamente en el uso de un pasamuros capacitivo que se dispone (por ejemplo, pegando o atornillando) sobre una superficie/pared lo más cerca posible de una pared externa de un módulo híbrido, y que se conecta al interior del módulo híbrido a través de un pasamuros no capacitivo. No obstante, esta solución es solamente parcial y sustancialmente ineficaz, dado que una EMI puede estar presente en la región (típicamente una cavidad) entre la pared externa del módulo híbrido y la superficie/pared donde se dispone el pasamuros capacitivo, por lo que existe el riesgo de que esta interferencia entre en el módulo híbrido a través del pasamuros no capacitivo. De hecho, un pasamuros no capacitivo no proporciona ningún apantallamiento de EMI real, representando por ello un “brecha” a través de la cual una EMI puede entrar en un módulo híbrido.

- 45 Dos razones principales evitan que los pasamuros capacitivos de corriente se dispongan directamente en los alojamientos de los módulos híbridos:

- las altas temperaturas (por ejemplo, temperaturas de soldadura fuerte de aproximadamente 300°C) involucradas en el proceso de ensamblaje de módulos híbridos, necesarias para garantizar el sellado hermético de los mismos;
- el tamaño/estructura típico de los pasamuros capacitivos conocidos.

- 50 De hecho, las altas temperaturas anteriores afectan a la fiabilidad de los pasamuros capacitivos actuales que tienen piezas internas hechas de vidrio que, después de unos pocos ciclos de tratamiento térmico, muestran grietas que no son aceptables desde el punto de vista de calidad.

Vale la pena señalar que, hoy en día, los pasamuros capacitivos también se usan en sectores técnicos diferentes del espacial.

Por ejemplo, el documento US 2005/190527 A1 describe varias arquitecturas de condensadores pasamuros para dispositivos médicos implantables activos, en donde dichas arquitecturas de condensadores pasamuros se basan en estructuras multicapa equipadas con uno o más pasos huecos dotados con metalización superficial y que terminan con aberturas metalizadas en las caras opuestas de dichas estructuras multicapa.

En particular, el documento US 2005/190527 A1 describe un conjunto de terminales pasamuros para un dispositivo médico implantable activo, en donde dicho conjunto de terminales pasamuros comprende: un condensador pasamuros que tiene una abertura a través del mismo; un primer y segundo conjuntos de placas de electrodos alternadas con capas dieléctricas, el segundo conjunto de placas de electrodos que se acopla conductivamente a un alojamiento del dispositivo médico implantable activo; un pasador terminal que se extiende al menos parcialmente a través de la abertura; un inserto conductor dispuesto dentro de la abertura para acoplar conductivamente el pasador terminal y el primer conjunto de placas de electrodos y para acoplar mecánicamente el pasador terminal al condensador pasamuros; y una metalización de superficie dentro de la abertura para acoplar de manera conductiva el primer conjunto de placas de electrodos; en donde el inserto conductor está dispuesto entre y hace contacto físico con el pasador terminal y la metalización de superficie de abertura interior.

La solución según el documento US 2005/190527 A1 está diseñada específicamente para su uso en marcapasos cardíacos y desfibriladores cardioversores y es aplicable tanto a alojamientos sellados herméticamente como a alojamientos y mamparos no sellados herméticamente.

Además, el documento US 2005/190527 A1 expone que la solución descrita en el mismo es aplicable teóricamente también a módulos electrónicos espaciales. No obstante, las arquitecturas de condensadores pasamuros descritas en el documento US 2005/190527 A1 en realidad no proporcionan un rendimiento de filtrado de EMI adecuado para aplicaciones espaciales y requieren muchos elementos, tales como pasadores terminales, insertos conductores y casquillos conductores (necesarios para la propagación de señales a través de condensadores pasamuros), que complican el proceso de fabricación de tales condensadores pasamuros.

Otro ejemplo de pasamuros hermético para dispositivos médicos implantables también se describe en el documento US 7 164 572 B1, que se refiere a pasamuros eléctricos herméticos de cocidos conjuntamente monopolares, multitrayecto, y a métodos de fabricación de los mismos. No obstante, vale la pena señalar que el conjunto de pasamuros eléctrico según el documento US 7 164 572 B1 no es capacitivo y es absolutamente inadecuado para aplicaciones espaciales.

Se proporciona un ejemplo adicional en el documento US 2002/166618 A1 que se refiere a una matriz de pasamuros de filtrado capacitivos para un dispositivo médico implantable. En particular, el documento US 2002/166618 A1 describe un conjunto de pasamuros de filtrado capacitivo formado de una manera en estado sólido para emplear trayectorias conductoras altamente miniaturizadas, cada una filtrada por un filtro capacitivo discoideo integrado en una matriz de filtros capacitivos. Un sustrato de metal-cerámico cocido conjuntamente, no conductor, se forma de múltiples capas que soporta una o una pluralidad de trayectorias conductoras de sustrato y se suelda a un casquillo conductor, adaptado para ser soldado a una caja, usando un material de soldadura fuerte conductor resistente a la corrosión. El sustrato de metal-cerámico se fija a una matriz de filtros capacitivos dispuesta internamente que encierra uno o una pluralidad de electrodos activos de condensadores de filtro capacitivos, cada uno acoplado a una trayectoria conductora de matriz de filtros y al menos un electrodo de tierra del condensador. Cada trayectoria conductora de matriz de filtros capacitivos se junta con una trayectoria conductora de metal-cerámica para formar una trayectoria conductora pasamuros. Las almohadillas de unión están fijadas a los extremos dispuestos internamente de cada trayectoria conductora pasamuros, y los botones conductores resistentes a la corrosión se fijan a y sellan los extremos dispuestos externamente de cada trayectoria conductora pasamuros. Se forma una pluralidad de trayectorias de tierra de sustrato conductoras que se extiende a través del sustrato de metal-cerámico cocido conjuntamente entre las superficies de capas que miran interna y externamente del mismo y aisladas eléctricamente de las trayectorias conductoras de sustrato. Los electrodos de tierra de condensador están acoplados eléctricamente a la pluralidad de trayectorias de tierra de sustrato conductoras y al casquillo.

Objeto y compendio de la invención

En vista de lo anterior, el Solicitante ha sentido la necesidad de llevar a cabo un estudio en profundidad con el fin de desarrollar un pasamuros capacitivo innovador para aplicaciones espaciales, en particular, para su uso con módulos herméticos híbridos, concibiendo por ello la presente invención.

Por lo tanto, el objeto de la presente invención es el de proporcionar un pasamuros capacitivo para su uso con módulos herméticos híbridos, en particular, un pasamuros capacitivo que asegura el filtrado de EMI y el consiguiente rendimiento de emisiones radiadas de EMC adecuado para módulos herméticos híbridos y que se puede sellar herméticamente a un módulo híbrido para aplicaciones espaciales.

Este y otros objetos se logran mediante la presente invención en el sentido de que se refiere a un conjunto hermético para aplicaciones espaciales, como se define en las reivindicaciones adjuntas.

En particular, el conjunto hermético según la presente invención incluye un módulo hermético híbrido y un pasamuros capacitivo que comprende una estructura cerámica multicapa que tiene:

- dos caras externas opuestas, incluyendo una cara superior y una cara inferior; y
- paredes laterales cerradas externas metalizadas que se extienden verticalmente entre dichas caras externas opuestas alrededor de la estructura cerámica multicapa.

En particular, dicha estructura cerámica multicapa incluye:

- en la cara superior,
 - una región central superior metalizada diseñada para recibir una señal eléctrica de entrada a ser filtrada,
 - una región superior dieléctrica que se extiende alrededor de la región central superior metalizada, y
 - una región periférica superior metalizada que se extiende alrededor de la región superior dieléctrica hasta juntarse con las paredes laterales cerradas externas metalizadas para actuar con las mismas como tierra eléctrica, en donde la región superior dieléctrica está diseñada para asegurar el aislamiento eléctrico entre la señal eléctrica de entrada y la tierra eléctrica; y,
- en la cara inferior,
 - una región central inferior metalizada diseñada para proporcionar una señal eléctrica filtrada de salida, en donde dichas regiones centrales superior e inferior metalizadas son regiones planas sin aberturas,
 - una región inferior dieléctrica que se extiende alrededor de la región central inferior metalizada, y
 - una región periférica inferior metalizada que se extiende alrededor de la región inferior dieléctrica hasta juntarse con las paredes laterales cerradas externas metalizadas para actuar con las mismas como tierra eléctrica, en donde la región inferior dieléctrica está diseñada para asegurar el aislamiento eléctrico entre la señal eléctrica filtrada de salida y la tierra eléctrica.

Además, la estructura cerámica multicapa incluye además capas cerámicas, unas primeras capas metalizadas y una o más segundas capas metalizadas apiladas unas sobre otras de manera que:

- cada primera capa metalizada se interponga entre dos capas cerámicas respectivas dispuestas inmediatamente sobre y por debajo de dicha primera capa metalizada;
- cada/la segunda capa metalizada se interponga entre dos capas cerámicas respectivas dispuestas inmediatamente sobre y por debajo de dicha segunda capa metalizada;
- la primera y segunda capas metalizadas se alternan verticalmente de manera que cada/la segunda capa metalizada tenga
 - una primera capa metalizada superior respectiva dispuesta por encima de dicha segunda capa metalizada, y
 - una primera capa metalizada inferior respectiva dispuesta por debajo de dicha segunda capa metalizada; y
- dos capas cerámicas están dispuestas respectivamente inmediatamente por debajo de la cara superior e inmediatamente por encima de la cara inferior.

Las primeras capas metalizadas se juntan con las paredes laterales cerradas externas metalizadas, por las cuales dichas primeras capas metalizadas, dichas paredes laterales cerradas externas metalizadas y dichas regiones periféricas superior e inferior metalizadas forman una estructura de tierra eléctrica.

Cada/la segunda capa metalizada está separada de las paredes laterales cerradas externas metalizadas por un primer hueco dieléctrico respectivo diseñado para asegurar el aislamiento eléctrico entre dicha segunda capa metalizada y la estructura de tierra eléctrica.

Cada/la segunda capa metalizada está conectada a:

- una segunda capa metalizada superior, o la región central superior metalizada, por medio de una primera vía eléctricamente conductora respectiva que se extiende verticalmente entre dicha segunda capa metalizada y dicha segunda capa metalizada superior/la región central superior metalizada a través de capas cerámicas superiores y la primera capa metalizada superior respectiva, en donde dicha primera vía eléctricamente conductora respectiva está separada de dicha primera capa metalizada superior respectiva por un segundo hueco dieléctrico respectivo que se extiende alrededor dicha primera vía eléctricamente conductora respectiva, formando por ello un primer condensador respectivo; y

• una segunda capa metalizada inferior, o la región central inferior metalizada, por medio de una segunda vía eléctricamente conductora respectiva que se extiende verticalmente entre dicha segunda capa metalizada y dicha segunda capa metalizada inferior/la región central inferior metalizada a través de capas cerámicas inferiores y la primera capa metalizada inferior respectiva, en donde dicha segunda vía eléctricamente conductora respectiva está separada de dicha primera capa metalizada inferior respectiva por un tercer hueco dieléctrico respectivo que se extiende alrededor de dicha segunda vía eléctricamente conductora respectiva, formando por ello un segundo condensador respectivo.

Las regiones centrales superior e inferior metalizadas y la segunda capa o capas metalizadas junto con las vías eléctricamente conductoras respectivas y los condensadores respectivos forman una estructura de pasamuros capacitivo configurada para recibir la señal eléctrica de entrada en/sobre la región central superior metalizada y para proporcionar la señal eléctrica filtrada de salida en/sobre la región central inferior metalizada, por lo que el filtrado de la señal eléctrica de entrada se lleva a cabo mediante los condensadores.

El pasamuros capacitivo está sellado herméticamente al módulo hermético híbrido por medio de una aleación eutéctica.

Breve descripción de los dibujos

Para una mejor comprensión de la presente invención, realizaciones preferidas, que se pretenden puramente a modo de ejemplos no limitantes, se describirán ahora con referencia a los dibujos adjuntos (todos no a escala), en donde:

• las Figuras 1-4 ilustran esquemáticamente un ejemplo de pasamuros capacitivo según una realización no limitante preferida de la presente invención;

• la Figura 5 muestra un diagrama de circuito esquemático del pasamuros capacitivo de las Figuras 1-4; y

• la Figura 6 ilustra esquemáticamente un ejemplo de sellado hermético del pasamuros capacitivo de las Figuras 1-4 a un módulo híbrido.

Descripción detallada de realizaciones preferidas de la invención

La siguiente descripción se presenta para permitir que un experto en la técnica haga y use la invención. Diversas modificaciones a las realizaciones serán fácilmente evidentes para los expertos en la técnica, sin apartarse del alcance de la presente invención que se reivindica. Por lo tanto, la presente invención no se pretende que se limite a las realizaciones mostradas y descritas, sino que se ha de acordar el alcance más amplio de protección consistente con las características definidas en las reivindicaciones adjuntas.

La presente invención surge de la idea del Solicitante de usar un sustrato cerámico multicapa (preferiblemente, un sustrato cerámico cocido conjuntamente a alta temperatura (HTCC) multicapa o cerámico cocido conjuntamente a baja temperatura (LTCC); convenientemente, un sustrato plano HTCC/LTCC multicapa) para hacer un pasamuros capacitivo que proporciona filtrado de EMI y que se puede sellar herméticamente (convenientemente, por medio de una aleación eutéctica) a una pared externa de un módulo híbrido (en particular, una pared externa de un alojamiento/carcasa de un módulo híbrido), dando como resultado por ello un conjunto hermético general dotado con acceso de polarización de DC filtrado.

Por lo tanto, de manera más concisa, la presente invención se refiere al uso de un sustrato cerámico multicapa para hacer un dispositivo pasamuros capacitivo hermético con filtrado EMI que se puede sellar herméticamente a un módulo hermético híbrido.

Las Figuras 1-4 ilustran esquemáticamente un ejemplo de pasamuros capacitivo (indicado en su conjunto por 1) según a una realización preferida, no limitante, de la presente invención. En particular, la Figura 1 es una vista esquemática en perspectiva del pasamuros capacitivo 1, la Figura 2 es una vista superior esquemática del mismo, la Figura 3 es una vista inferior esquemática del mismo y la Figura 4 es una vista esquemática en sección transversal vertical del mismo.

Como se muestra en la Figura 1-4, dicho pasamuros capacitivo 1 comprende una estructura cerámica multicapa (preferiblemente, una estructura HTCC o LTCC multicapa; convenientemente, un sustrato plano HTCC/LTCC multicapa) que tiene convenientemente forma de cubo o paralelepípedo rectangular (más en general, podría tener la forma de un paralelepípedo, un hexaedro, un prisma o un poliedro), y que tiene:

• dos caras externas opuestas que incluyen una cara superior 10 y una cara inferior 20; y

• cuatro paredes laterales cerradas externas metalizadas 31, 32, 33, 34 (convenientemente, hechas de material cerámico metalizado; preferiblemente, material cerámico metalizado en oro), que

- se extienden verticalmente entre la cara superior 10 y la cara inferior 20,

- se extienden alrededor de la estructura cerámica multicapa, y
- están diseñadas para actuar como tierra eléctrica.

En particular, la estructura cerámica multicapa incluye:

- en la cara superior 10,

- 5 - una región central superior metalizada 11 (convenientemente, hecha de material cerámico metalizado; preferiblemente, material cerámico metalizado en oro), que está diseñada para recibir una señal eléctrica de entrada a ser filtrada (convenientemente, una señal de polarización de DC, tal como un voltaje eléctrico a ser llevado desde el exterior al interior de un híbrido hermético - no mostrado en las Figuras 1-4), que es una región plana sin aberturas, y que tiene convenientemente forma cuadrada o forma rectangular,
- 10 - una región superior dieléctrica 12 (convenientemente, hecha de material cerámico no metalizado), que se extiende alrededor de la región central superior metalizada 11 y tiene convenientemente forma de un marco cuadrado o rectangular, y

- 15 - una región periférica superior metalizada 13 (convenientemente, hecha de material cerámico metalizado; preferiblemente, material cerámico metalizado en oro), que se extiende alrededor de la región superior dieléctrica 12 hasta juntar las paredes laterales cerradas externas metalizadas 31, 32, 33, 34 para actuar con las mismas como tierra eléctrica (en donde, la región superior dieléctrica 12 está diseñada para asegurar el aislamiento eléctrico entre la señal eléctrica de entrada y la tierra eléctrica), y que tiene convenientemente forma de un marco cuadrado o rectangular; y,

- en la cara inferior 20,

- 20 - una región central inferior metalizada 21 (convenientemente, hecha de material cerámico metalizado; preferiblemente, material cerámico metalizado en oro), que está diseñada para proporcionar una señal eléctrica filtrada de salida, que es una región plana sin aberturas, y que tiene convenientemente forma cuadrada o forma rectangular,

- 25 - una región inferior dieléctrica 22 (convenientemente, hecha de material cerámico no metalizado), que se extiende alrededor de la región central inferior metalizada 21 y tiene convenientemente forma de marco cuadrado o rectangular, y

- 30 - una región periférica inferior metalizada 23 (convenientemente, hecha de material cerámico metalizado; preferiblemente, material cerámico metalizado en oro), que se extiende alrededor de la región inferior dieléctrica 22 hasta juntarse con las paredes laterales cerradas externas metalizadas 31, 32, 33, 34 para actuar con las mismas como tierra eléctrica (en donde la región inferior dieléctrica 22 está diseñada para asegurar el aislamiento eléctrico entre la señal eléctrica filtrada de salida y la tierra eléctrica), y que tiene convenientemente forma de un marco cuadrado o rectangular.

- 35 Como se muestra en las Figuras 2-4, la región central superior metalizada 11 es más grande que la región central inferior metalizada 21, mientras que la región periférica inferior metalizada 23 es más grande que la región periférica superior metalizada 13.

Además, como se muestra en la Figura 4, la estructura cerámica multicapa incluye ocho capas cerámicas (internas) y siete capas metalizadas (internas) (convenientemente, hechas de material cerámico metalizado; preferiblemente, material cerámico metalizado en oro) que se apilan unas sobre otras de manera que:

- 40 • una primera capa cerámica 41 esté dispuesta (es decir, se extienda) sobre la región central inferior metalizada 21, la región inferior dieléctrica 22 y la región periférica inferior metalizada 23;
- una primera capa metalizada 51 esté dispuesta (es decir, se extienda) sobre la primera capa cerámica 41;
- una segunda capa cerámica 42 esté dispuesta (es decir, se extienda) sobre la primera capa metalizada 51;
- una segunda capa metalizada 52 esté dispuesta (es decir, se extienda) sobre la segunda capa cerámica 42;
- una tercera capa cerámica 43 esté dispuesta (es decir, se extienda) sobre la segunda capa metalizada 52;
- 45 • una tercera capa metalizada 53 esté dispuesta (es decir, se extienda) sobre la tercera capa cerámica 43;
- una cuarta capa cerámica 44 esté dispuesta (es decir, se extienda) sobre la tercera capa metalizada 53;
- una cuarta capa metalizada 54 esté dispuesta (es decir, se extienda) sobre la cuarta capa cerámica 44;
- una quinta capa cerámica 45 esté dispuesta (es decir, se extienda) sobre la cuarta capa metalizada 54;

- una quinta capa metalizada 55 esté dispuesta (es decir, se extienda) sobre la quinta capa cerámica 45;
- una sexta capa cerámica 46 esté dispuesta (es decir, se extienda) sobre la quinta capa metalizada 55;
- una sexta capa metalizada 56 esté dispuesta (es decir, se extienda) sobre la sexta capa cerámica 46;
- una séptima capa cerámica 47 esté dispuesta (es decir, se extienda) sobre la sexta capa metalizada 56;

- 5 • una séptima capa metalizada 57 esté dispuesta (es decir, se extienda) sobre la séptima capa cerámica 47; y
- una octava capa cerámica 48 esté dispuesta (es decir, se extienda) sobre la séptima capa metalizada 57 entre dicha séptima capa metalizada 57 y la región central superior metalizada 11, la región superior dieléctrica 12 y la región periférica superior metalizada 13.

- 10 La primera, tercera, quinta y séptima capas metalizadas 51, 53, 55, 57 se juntan/conectan con las paredes laterales cerradas externas metalizadas 31, 32, 33, 34, por lo que dicha primera, tercera, quinta y séptima capas metalizadas 51, 53, 55, 57, dichas paredes laterales cerradas externas metalizadas 31, 32, 33, 34, dicha región periférica superior metalizada 13 y dicha región periférica inferior metalizada 23 forman una estructura de tierra eléctrica.

- 15 En su lugar, cada una de la segunda, cuarta y sexta capas metalizadas 52, 54, 56 está separada de las paredes laterales cerradas externas metalizadas 31, 32, 33, 34 por un primer hueco dieléctrico respectivo (convenientemente, hecho de material cerámico no metalizado) que se extiende alrededor de dicha segunda/cuarta/sexta capa metalizada 52/54/56 entre dicha segunda/cuarta/sexta capa metalizada 52/54/56 y las paredes laterales cerradas externas metalizadas 31, 32, 33, 34.

Además, la segunda capa metalizada 52 está conectada eléctricamente a la región central inferior metalizada 21 por medio de una primera vía eléctricamente conductora 61 (por ejemplo, hecha de oro), que:

- 20 • se extiende verticalmente entre dicha segunda capa metalizada 52 y dicha región central inferior metalizada 21 a través de la segunda capa cerámica 42, la primera capa metalizada 51 y la primera capa cerámica 41; y
- 25 • está separada de la primera capa metalizada 51 por un segundo hueco dieléctrico (convenientemente, hecho de material cerámico no metalizado) que se extiende alrededor de dicha primera vía eléctricamente conductora 61 entre dicha primera vía eléctricamente conductora 61 y la primera capa metalizada 51, formando por ello un primer condensador.

La cuarta capa metalizada 54 está conectada eléctricamente a la segunda capa metalizada 52 por medio de una segunda vía eléctricamente conductora 62 (por ejemplo, hecha de oro), que:

- 30 • se extiende verticalmente entre dicha cuarta capa metalizada 54 y dicha segunda capa metalizada 52 a través de la cuarta capa cerámica 44, la tercera capa metalizada 53 y la tercera capa cerámica 43; y
- 30 • está separada de la tercera capa metalizada 53 por un tercer hueco dieléctrico (convenientemente, hecho de material cerámico no metalizado) que se extiende alrededor de dicha segunda vía eléctricamente conductora 62 entre dicha segunda vía eléctricamente conductora 62 y la tercera capa metalizada 53, formando por ello un segundo condensador.

- 35 La sexta capa metalizada 56 está conectada eléctricamente a la cuarta capa metalizada 54 por medio de una tercera vía eléctricamente conductora 63 (por ejemplo, hecha de oro), que:

- 40 • se extiende verticalmente entre dicha sexta capa metalizada 56 y dicha cuarta capa metalizada 54 a través de la sexta capa cerámica 46, la quinta capa metalizada 55 y la quinta capa cerámica 45; y
- 40 • está separada de la quinta capa metalizada 55 por un cuarto hueco dieléctrico (convenientemente, hecho de material cerámico no metalizado) que se extiende alrededor de dicha tercera vía eléctricamente conductora 63 entre dicha tercera vía eléctricamente conductora 63 y la quinta capa metalizada 55, formando por ello un tercer condensador.

Además, la sexta capa metalizada 56 se conecta eléctricamente también a la región central superior metalizada 11 por medio de una cuarta vía eléctricamente conductora 64 (por ejemplo, hecha de oro), que:

- 45 • se extiende verticalmente entre dicha sexta capa metalizada 56 y dicha región central superior metalizada 11 a través de la séptima capa cerámica 47, la séptima capa metalizada 57 y la octava capa cerámica 48; y
- está separada de la séptima capa metalizada 57 por un quinto hueco dieléctrico (convenientemente, hecho de material cerámico no metalizado) que se extiende alrededor de dicha cuarta vía eléctricamente conductora 64 entre dicha cuarta vía eléctricamente conductora 64 y la séptima capa metalizada 57, formando por ello un cuarto condensador.

Por lo tanto, las regiones centrales superior e inferior metalizadas 11, 21, la segunda, cuarta y sexta capas metalizadas 52, 54, 56, la primera, segunda, tercera y cuarta vías eléctricamente conductoras 61, 62, 63, 64 y el primer, segundo, tercer y cuarto condensadores correspondientes forman una estructura de pasamuros capacitivo configurada para recibir una señal eléctrica de entrada (convenientemente, una señal de polarización de DC, tal como un voltaje eléctrico para ser llevado desde el exterior al interior de un híbrido hermético) en/sobre la región central superior metalizada 11, y para emitir una señal eléctrica filtrada correspondiente en/sobre la región central inferior metalizada 21, en donde la señal eléctrica de entrada se filtra por dicho primer, segundo, tercer y cuarto condensadores.

En este sentido, la Figura 5 muestra un diagrama de circuito esquemático del pasamuros capacitivo 1, que incluye:

- un terminal/puerto de entrada P_{entrada} que representa esquemáticamente la región central superior metalizada 11;
- un terminal/puerto de salida P_{salida} que representa esquemáticamente la región central inferior metalizada 21; y
- una serie de tres resistencias R_1 , R_2 , R_3 interconectadas con cuatro condensadores en derivación C_1 , C_2 , C_3 , C_4 , que representan esquemáticamente la estructura de pasamuros capacitivo descrita anteriormente.

Por lo tanto, como se explicó anteriormente, una señal eléctrica de entrada recibida en el terminal/puerto de entrada P_{entrada} se filtra por los condensadores en derivación C_1 , C_2 , C_3 , C_4 , por lo que se proporciona una señal eléctrica filtrada correspondiente en el terminal/puerto de salida P_{salida} .

De esta forma, una EMI que afecta a una señal de polarización de DC a ser proporcionada a un módulo híbrido se filtra por el pasamuros capacitivo 1, que, por lo tanto, está dotado con la capacidad de suministrar a un módulo híbrido una señal de polarización de DC libre de EMI.

Convenientemente, el pasamuros capacitivo 1 se puede sellar herméticamente a/sobre una pared de un alojamiento/carcasa de un módulo híbrido usando una aleación eutéctica que tiene una temperatura de fusión predefinida (por ejemplo, 300/320°C).

En este sentido, la Figura 6 ilustra esquemáticamente un ejemplo de sellado hermético del pasamuros capacitivo 1 a un módulo híbrido. En particular, la Figura 6 es una vista esquemática en sección transversal vertical del pasamuros capacitivo 1 incrustado en una cavidad formada en una pared lateral externa (de metal) (indicada por 70) de un alojamiento/carcasa (de metal) de un módulo híbrido (no mostrado en la Figura 6).

El pasamuros capacitivo 1 se sella herméticamente a la pared lateral externa 70 del módulo híbrido por medio de una aleación eutéctica 80 (por ejemplo, una aleación de oro-estaño (AuSn)) que se:

- interpone entre

- la pared lateral externa 70 del módulo híbrido (en particular, la parte o partes de la misma que forman la cavidad en la que se dispone/inserta el pasamuros capacitivo 1) y

- las paredes laterales cerradas externas metalizadas 31, 32, 33, 34 del pasamuros capacitivo 1 y, parcialmente, la cara inferior 20 del mismo (en particular, solamente una parte de la región periférica inferior metalizada 23); y

- calienta, junto con el módulo híbrido y el pasamuros capacitivo 1, a una temperatura predefinida (por ejemplo, 320°C) de manera que haga que dicha aleación eutéctica 80 se funda, formando por ello un sellado hermético entre el pasamuros capacitivo 1 y la pared lateral externa 70 del módulo híbrido.

Más específicamente, dicho pasamuros capacitivo 1 se dispone/inserta en la cavidad formada por la pared lateral externa 70 del módulo híbrido de manera que la cara inferior 20 mire hacia el interior del módulo híbrido, mientras que la cara superior 10 mira hacia el exterior de dicho módulo híbrido.

Convenientemente, se podría soldar un cable (no mostrado en la Figura 6) sobre la región central superior metalizada 11 (por ejemplo, por medio de una aleación de soldadura de indio-plomo (InPb)) para dotar al pasamuros capacitivo 1 con la señal eléctrica de entrada a ser filtrada y, luego, suministrar al módulo híbrido. Con este fin, se podría usar conveniente un cable de calibre de cable americano (AWG), cuyo diámetro se puede determinar en base a la corriente de la señal eléctrica de entrada.

Además, se podría soldar convenientemente un microcable (no mostrado en la Figura 6) sobre la región central inferior metalizada 21 (por ejemplo, mediante termocompresión) para recibir la señal eléctrica filtrada proporcionada por el pasamuros capacitivo 1 (en donde el diámetro del microcable es menor que el diámetro del cable soldado en la cara superior 10).

El sellado del pasamuros capacitivo 1 se podría basar convenientemente también en otras aleaciones diferentes a aleación de AuSn (y que tiene diferentes temperaturas de fusión), tales como una aleación de oro-germanio (AuGe).

Como se explicó anteriormente, el pasamuros capacitivo 1 representa solamente un ejemplo no limitante según una realización preferida (de nuevo no limitante) de la presente invención.

A este respecto, vale la pena señalar que un pasamuros capacitivo según una realización más general de la presente invención comprende una estructura cerámica multicapa que tiene:

- 5 • dos caras externas opuestas, incluyendo una cara superior sin aberturas y una cara inferior sin aberturas; y
- paredes laterales cerradas externas metalizadas que se extienden verticalmente entre dichas caras externas opuestas alrededor de la estructura cerámica multicapa.

En particular, dicha estructura cerámica multicapa incluye:

- en la cara superior,
 - 10 - una región central superior metalizada que está diseñada para recibir una señal eléctrica de entrada a ser filtrada y que es una región plana sin aberturas,
 - una región superior dieléctrica que se extiende alrededor de la región central superior metalizada, y
 - una región periférica superior metalizada que se extiende alrededor de la región superior dieléctrica hasta juntarse con las paredes laterales cerradas externas metalizadas para actuar con las mismas como tierra eléctrica, en donde
 - 15 la región superior dieléctrica está diseñada para asegurar el aislamiento eléctrico entre la señal eléctrica de entrada y la tierra eléctrica; y,
 - en la cara inferior,
 - una región central inferior metalizada que está diseñada para proporcionar una señal eléctrica filtrada de salida y que es una región plana sin aberturas,
 - 20 - una región inferior dieléctrica que se extiende alrededor de la región central inferior metalizada, y
 - una región periférica inferior metalizada que se extiende alrededor de la región inferior dieléctrica hasta juntarse con las paredes laterales cerradas externas metalizadas para actuar con las mismas como tierra eléctrica, en donde la región inferior dieléctrica está diseñada para asegurar aislamiento eléctrico entre la señal eléctrica filtrada de salida y la tierra eléctrica.
 - 25 Además, la estructura cerámica multicapa incluye además (cuatro o más) capas cerámicas, (dos o más) primeras capas metalizadas y una o más segundas capas metalizadas apiladas unas sobre otras de manera que:
 - cada primera capa metalizada se interpone entre dos capas cerámicas respectivas dispuestas inmediatamente sobre y por debajo de dicha primera capa metalizada;
 - cada/la segunda capa metalizada se interpone entre dos capas cerámicas respectivas dispuestas inmediatamente
 - 30 sobre y por debajo de dicha segunda capa metalizada;
 - la primera y segunda capas metalizadas se alternan verticalmente de manera que cada/la segunda capa metalizada tenga
 - una primera capa metalizada superior respectiva dispuesta por encima de dicha segunda capa metalizada, y
 - una primera capa metalizada inferior respectiva dispuesta por debajo de dicha segunda capa metalizada; y
 - 35 • dos capas cerámicas están dispuestas respectivamente inmediatamente por debajo de la cara superior e inmediatamente por encima de la cara inferior.
- Las primeras capas metalizadas se juntan con las paredes laterales cerradas externas metalizadas, mediante las cuales dichas primeras capas metalizadas, dichas paredes laterales cerradas externas metalizadas y dichas regiones periféricas superior e inferior metalizadas forman una estructura de tierra eléctrica.

- 40 Cada/la segunda capa metalizada está separada de las paredes laterales cerradas externas metalizadas por un primer hueco dieléctrico respectivo diseñado para asegurar el aislamiento eléctrico entre dicha segunda capa metalizada y la estructura de tierra eléctrica.

Cada/la segunda capa metalizada está conectada a:

- 45 • una segunda capa metalizada superior, o la región central superior metalizada, por medio de una primera vía eléctricamente conductora respectiva que se extiende verticalmente entre dicha segunda capa metalizada y dicha segunda capa metalizada superior/la región central superior metalizada a través de capas cerámicas superiores y la primera capa metalizada superior respectiva, en donde dicha primera vía eléctricamente conductora respectiva está

separada de dicha primera capa metalizada superior respectiva por un segundo hueco dieléctrico respectivo que se extiende alrededor de dicha primera vía eléctricamente conductora respectiva, formando por ello un primer condensador respectivo; y

• una segunda capa metalizada inferior, o la región central inferior metalizada, por medio de una segunda vía eléctricamente conductora respectiva que se extiende verticalmente entre dicha segunda capa metalizada y dicha segunda capa metalizada inferior/la región central inferior metalizada a través de capas cerámicas inferiores y la primera capa metalizada inferior respectiva, en donde dicha segunda vía eléctricamente conductora respectiva está separada de dicha primera capa metalizada inferior respectiva por un tercer hueco dieléctrico respectivo que se extiende alrededor de dicha segunda vía eléctricamente conductora respectiva, formando por ello un segundo condensador respectivo.

Las regiones centrales superior e inferior metalizadas y la segunda capa o capas metalizadas junto con las vías eléctricamente conductoras respectivas y los condensadores respectivos forman una estructura de pasamuros capacitivo configurada para recibir la señal eléctrica de entrada en/sobre la región central superior metalizada y para proporcionar la señal eléctrica filtrada de salida en/sobre la región central inferior metalizada, por lo que el filtrado de la señal eléctrica de entrada se lleva a cabo por los condensadores.

Vale la pena señalar que el pasamuros capacitivo según la presente invención se puede usar ventajosamente no solamente para señales de DC, sino también para señales de baja frecuencia, tales como señales de modulación. Por ejemplo, el pasamuros capacitivo se podría diseñar convenientemente para realizar un filtrado de paso bajo predefinido (por ejemplo, hasta 100 MHz), permitiendo por ello su uso tanto para señales de DC como para señales de baja frecuencia (por ejemplo, señales de modulación).

En vista de lo anterior, las ventajas técnicas y características innovadoras de la presente invención quedan claras inmediatamente para los expertos en la técnica.

En particular, es importante destacar el punto de que la presente invención permite hacer un conjunto hermético global que:

- incluye un módulo hermético híbrido y un dispositivo pasamuros capacitivo, basado en sustrato cerámico multicapa con filtrado de EMI, sellado herméticamente al mismo (convenientemente, por medio de una aleación eutéctica); y
- por lo tanto, se le dota con acceso de polarización de DC filtrado.

Con este fin, la presente invención enseña a usar un sustrato cerámico multicapa (preferiblemente, un sustrato HTCC/LTCC multicapa; convenientemente, un sustrato plano HTCC/LTCC multicapa) que se puede soldar convenientemente sobre una pared externa (de metal) de un módulo híbrido (por ejemplo, a 320°C) sin ningún problema de fiabilidad, asegurando por ello el nivel de sellado hermético requerido para aplicaciones espaciales.

Las capas internas del sustrato cerámico multicapa se explotan ventajosamente para hacer una estructura de pasamuros capacitivo (con planos metálicos paralelos entre sí). En particular, la forma y el tamaño de cada plano metálico interno se pueden diseñar convenientemente con un simulador electromagnético tridimensional (3D) con el fin de sintonizar/optimizar el filtrado realizado por el pasamuros capacitivo (por ejemplo, como se explicó anteriormente, para permitir su uso no solamente para señales de DC, sino también para señales de baja frecuencia, tales como señales de modulación).

Vale la pena señalar que el uso de una estructura de pasamuros capacitivo basada en un sustrato cerámico multicapa como filtro de EMI sellado herméticamente en el alojamiento de un módulo híbrido para resolver el problema del apantallamiento de EMC/EMI del módulo híbrido es innovador, en donde la presente invención permite la miniaturización del tamaño del dispositivo gracias a las dimensiones reducidas en comparación con los pasamuros capacitivos no herméticos convencionales. Por ejemplo, la presente invención permite usar convenientemente un sustrato HTCC multicapa en forma de paralelepípedo con un tamaño de 2,75 x 2,75 x 2,5 mm, mientras que las dimensiones de la envoltura de los pasamuros capacitivos de vidrio convencionales son del orden de 4 x 4 x 20 mm.

Además, es importante señalar que, a diferencia de las arquitecturas de condensadores pasamuros descritas en el documento US 2005/190527 A1, la estructura de pasamuros capacitivo según la presente invención proporciona un rendimiento de filtrado de EMI excelente, en particular un rendimiento de filtrado de EMI adecuado para aplicaciones espaciales, y no requiere los elementos adicionales de dichas arquitecturas de condensador pasamuros descritas en el documento US 2005/190527 A1 (tales como pasos huecos con metalización superficial y aberturas metalizadas, pasadores terminales, insertos conductores y casquillos conductores), por lo que el proceso de fabricación de la estructura de pasamuros capacitivo de acuerdo con la presente invención es mucho más sencilla.

En conclusión, está claro que se pueden hacer numerosas modificaciones y variantes a la presente invención, todas ellas que caen dentro del alcance de la invención, como se define en las reivindicaciones adjuntas.

REIVINDICACIONES

1. Conjunto hermético para aplicaciones espaciales, que incluye un módulo hermético híbrido, y un pasamuros capacitivo (1) que comprende una estructura cerámica multicapa que tiene:

- dos caras externas opuestas que incluyen una cara superior (10) y una cara inferior (20); y

5 • paredes laterales cerradas externas metalizadas (31, 32, 33, 34) que se extienden verticalmente entre dichas caras externas opuestas (10, 20) alrededor de la estructura cerámica multicapa;

dicha estructura cerámica multicapa que incluye:

- en la cara superior (10),

- una región central superior metalizada (11) diseñada para recibir una señal eléctrica de entrada a ser filtrada,

10 - una región superior dieléctrica (12) que se extiende alrededor de la región central superior metalizada (11), y

- una región periférica superior metalizada (13) que se extiende alrededor de la región superior dieléctrica (12) hasta juntarse con las paredes laterales cerradas externas metalizadas (31, 32, 33, 34) para actuar con las mismas como tierra eléctrica, en donde la región superior dieléctrica (12) está diseñada para asegurar el aislamiento eléctrico entre la señal eléctrica de entrada y la tierra eléctrica; y,

15 • en la cara inferior (20),

- una región central inferior metalizada (21) diseñada para proporcionar una señal eléctrica filtrada de salida,

- una región inferior dieléctrica (22) que se extiende alrededor de la región central inferior metalizada (21), y

20 - una región periférica inferior metalizada (23) que se extiende alrededor de la región inferior dieléctrica (22) hasta juntarse con las paredes laterales cerradas externas metalizadas (31, 32, 33, 34) para actuar con las mismas como tierra eléctrica, en donde la región inferior dieléctrica (22) está diseñada para asegurar el aislamiento eléctrico entre la señal eléctrica filtrada de salida y la tierra eléctrica;

la estructura cerámica multicapa que incluye además capas cerámicas (41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48), unas primeras capas metalizadas (51, 53, 55, 57) y una o más segundas capas metalizadas (52, 54, 56) apiladas una sobre otra de manera que:

25 • cada primera capa metalizada (51, 53, 55, 57) se interponga entre dos capas cerámicas (41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48) respectivas dispuestas inmediatamente sobre y por debajo dicha primera capa metalizada (51, 53, 55, 57);

- cada/la segunda capa metalizada (52, 54, 56) esté interpuesta entre dos capas cerámicas (42, 43, 44, 45, 46, 47) respectivas dispuestas inmediatamente sobre y por debajo de dicha segunda capa metalizada (52, 54, 56);

30 • la primera y segunda capas metalizadas (51, 52, 53, 54, 55, 56, 57) se alternen verticalmente de manera que cada/la segunda capa metalizada (52, 54, 56) tenga

- una primera capa metalizada superior (53, 55, 57) respectiva dispuesta por encima de dicha segunda capa metalizada (52, 54, 56), y

- una primera capa metalizada inferior (51, 53, 55) respectiva dispuesta por debajo de dicha segunda capa metalizada (52, 54, 56); y

35 • dos capas cerámicas (41, 48) estén dispuestas respectivamente inmediatamente por debajo de la cara superior (10) e inmediatamente por encima de la cara inferior (11);

40 en donde las primeras capas metalizadas (51, 53, 55, 57) se juntan con las paredes laterales cerradas externas metalizadas (31, 32, 33, 34), por lo que dichas primeras capas metalizadas (51, 53, 55, 57), dichas paredes laterales cerradas externas metalizadas (31, 32, 33, 34) y dichas regiones periféricas superior e inferior metalizadas (13, 23) forman una estructura de tierra eléctrica;

en donde cada/la segunda capa metalizada (52, 54, 56) está separada de las paredes laterales cerradas externas metalizadas (31, 32, 33, 34) por un primer hueco dieléctrico respectivo diseñado para asegurar el aislamiento eléctrico entre dicha segunda capa metalizada (52, 54, 56) y la estructura de tierra eléctrica;

en donde cada/la segunda capa metalizada (52, 54, 56) está conectada a:

45 • una segunda capa metalizada superior (52, 54, 56), o la región central superior metalizada (11), por medio de una primera vía eléctricamente conductora (62, 63, 64) respectiva que se extiende verticalmente entre dicha segunda capa metalizada (52, 54, 56) y dicha segunda capa metalizada superior (52, 54, 56) / la región central superior

- metalizada (11) a través de capas cerámicas superiores (43, 44, 45, 46, 47, 48) y la primera capa metalizada superior (53, 55, 57) respectiva, en donde dicha primera vía eléctricamente conductora (62, 63, 64) respectiva está separada de dicha primera capa metalizada superior (53, 55, 57) respectiva por un segundo hueco dieléctrico respectivo que se extiende alrededor de dicha primera vía eléctricamente conductora (62, 63, 64) respectiva, formando por ello un primer condensador respectivo; y
- una segunda capa metalizada inferior (52, 54, 56), o la región central inferior metalizada (21), por medio de una segunda vía eléctricamente conductora (61, 62, 63) respectiva que se extiende verticalmente entre dicha segunda capa metalizada (52, 54, 56) y dicha segunda capa metalizada inferior (52, 54, 56) / la región central inferior metalizada (21) a través de las capas cerámicas inferiores (41, 42, 43, 44, 45, 46) y la primera capa metalizada inferior (51, 53, 55) respectiva, en donde dicha segunda vía eléctricamente conductora (61, 62, 63) respectiva está separada de dicha primera capa metalizada inferior (51, 53, 55) respectiva por un tercer hueco dieléctrico respectivo que se extiende alrededor de dicha segunda vía eléctricamente conductora (61, 62, 63) respectiva, formando por ello un segundo condensador respectivo;
- en donde las regiones centrales superior e inferior metalizadas (11, 21) y la segunda capa o capas metalizadas (52, 54, 56) junto con las vías eléctricamente conductoras (61, 62, 63, 64) respectivas y los condensadores respectivos forman una estructura de pasamuros capacitivo configurada para recibir la señal eléctrica de entrada en/sobre la región central superior metalizada (11) y para proporcionar la señal eléctrica filtrada de salida en/sobre la región central inferior metalizada (21), mediante la cual el filtrado de la señal eléctrica de entrada se lleva a cabo por los condensadores;
- y en donde las regiones centrales superior e inferior metalizadas (11, 21) son regiones planas sin aberturas;
- caracterizado por que el pasamuros capacitivo (1) está sellado herméticamente al módulo hermético híbrido por medio de una aleación eutéctica (80).
2. El conjunto hermético de la reivindicación 1, en donde la región central superior metalizada (11) es más grande que la región central inferior metalizada (21), y la región periférica inferior metalizada (23) es más grande que la región periférica superior metalizada (13).
3. El conjunto hermético según la reivindicación 1 o 2, en donde la estructura cerámica multicapa incluye cuatro o más capas cerámicas (41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48) y dos o más primeras capas metalizadas (51, 53, 55, 57).
4. El conjunto hermético según cualquier reivindicación 1-3, en donde la estructura cerámica multicapa es un sustrato cerámico cocido conjuntamente a alta o baja temperatura multicapa.
5. El conjunto hermético de la reivindicación 4, en donde la estructura cerámica multicapa es un sustrato plano cerámico cocido conjuntamente a alta/baja temperatura multicapa.
6. El conjunto hermético según cualquier reivindicación anterior, en donde las paredes laterales cerradas externas metalizadas (31, 32, 33, 34), las regiones centrales superior e inferior metalizadas (11, 21), las regiones periféricas superior e inferior metalizadas (13, 23) y la primera y segunda capas metalizadas (51, 52, 53, 54, 55, 56, 57) están hechas de material cerámico metalizado.
7. El conjunto hermético de la reivindicación 6, en donde las paredes laterales cerradas externas metalizadas (31, 32, 33, 34), la región central superior e inferior metalizadas (11, 21), la región periférica superior e inferior metalizadas (13, 23) y la primera y segunda capas metalizadas (51, 52, 53, 54, 55, 56, 57) están hechas de material cerámico metalizado en oro.
8. El conjunto hermético según cualquier reivindicación anterior, en donde las regiones superior e inferior dieléctricas (12, 22) están hechas de material cerámico no metalizado; y en donde, para cada/la segunda capa metalizada (52, 54, 56), el primer, segundo y tercer huecos dieléctricos respectivos están hechos de material cerámico no metalizado.
9. El conjunto hermético según cualquier reivindicación anterior, en donde, para cada/la segunda capa metalizada (52, 54, 56), las vías eléctricamente conductoras (61, 62, 63, 64) respectivas están hechas de oro.
10. El conjunto hermético según cualquier reivindicación anterior, en donde el pasamuros capacitivo (1) está sellado herméticamente al módulo hermético híbrido de manera que la cara inferior (20) de dicho pasamuros capacitivo (1) mire hacia el interior del módulo híbrido y la cara superior (10) de dicho pasamuros capacitivo (1) mire hacia el exterior de dicho módulo híbrido.
11. El conjunto hermético según cualquier reivindicación anterior, en donde la aleación eutéctica (80) es una aleación de oro-estaño o de oro-germanio.
12. Una plataforma espacial que incluye el conjunto hermético según cualquier reivindicación anterior.

13. La plataforma espacial de la reivindicación 12, en donde dicha plataforma espacial es un satélite, una nave espacial, una estación espacial o un vehículo espacial.

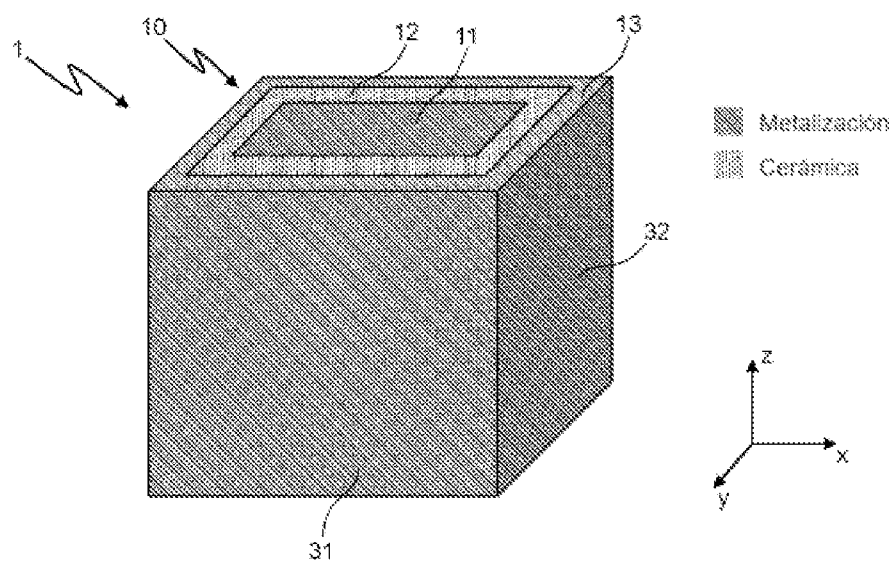


Fig. 1

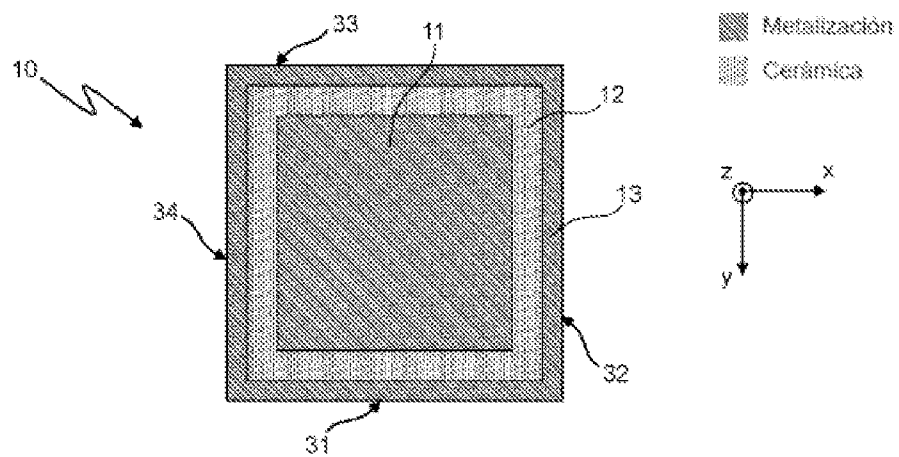


Fig. 2

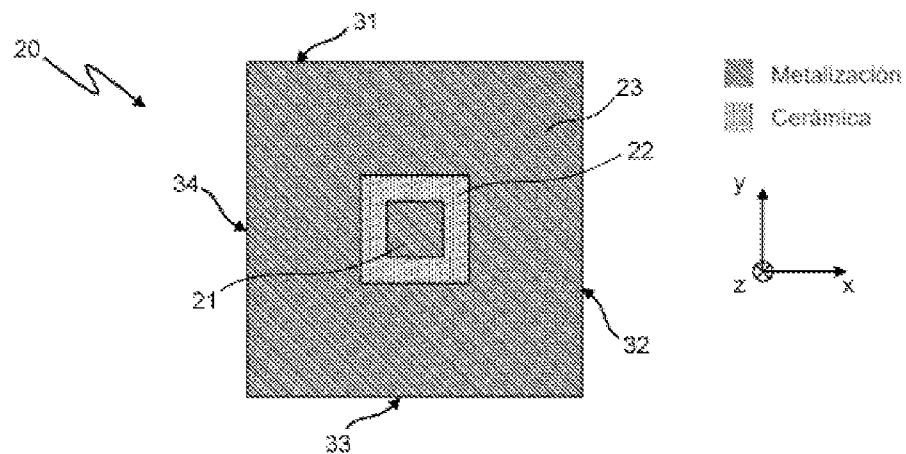


Fig. 3

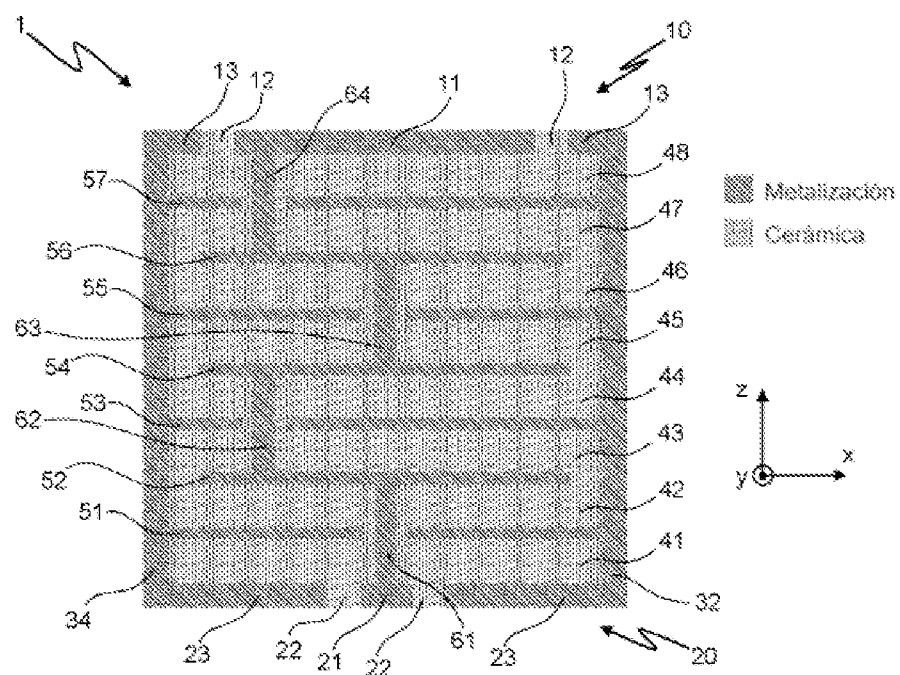


Fig. 4

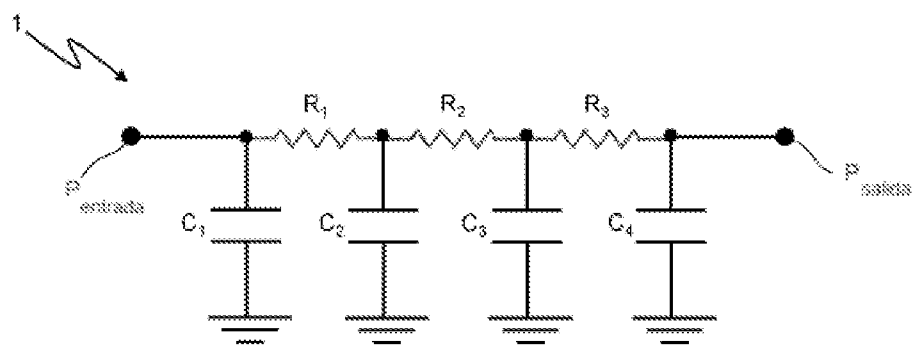


Fig. 5

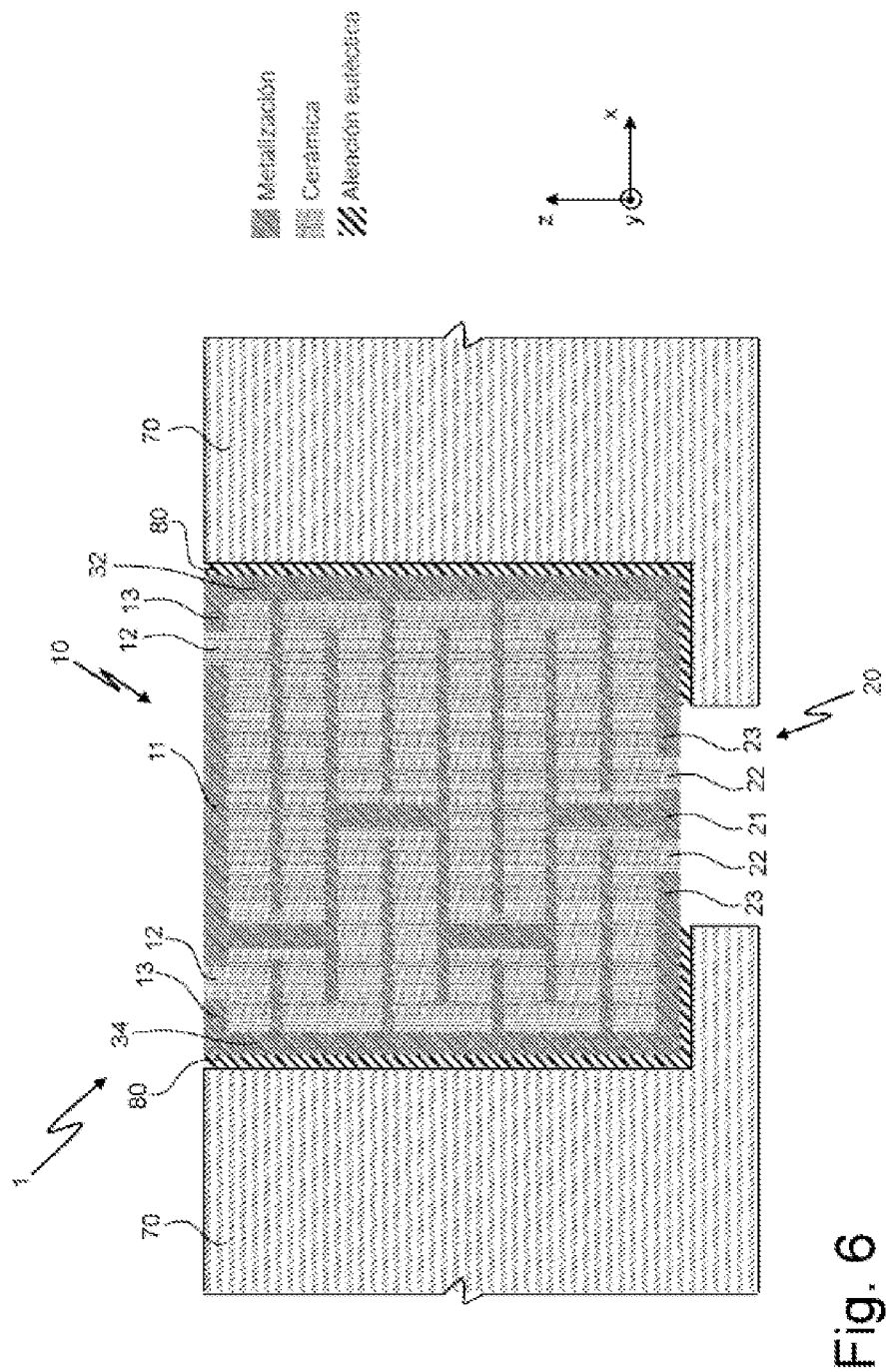


Fig. 6