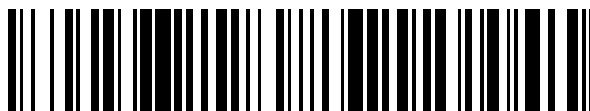


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 773 036**

51 Int. Cl.:

H04B 10/80 (2013.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **03.05.2018** **E 18170586 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **11.12.2019** **EP 3402096**

54 Título: **Módulo compacto FSOI resistente a los ambientes hostiles**

30 Prioridad:

11.05.2017 FR 1700506

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

09.07.2020

73 Titular/es:

THALES (100.0%)
Tour Carpe Diem, Place des Corolles, Esplanade Nord
92400 Courbevoie, FR

72 Inventor/es:

LESUEUR, GUILLAUME;
MAANANE, HICHAME;
FRANCISCO, CÉDRIC y
MERLET, THOMAS

74 Agente/Representante:

GONZÁLEZ PECES, Gustavo Adolfo

ES 2 773 036 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

Módulo compacto FSOI resistente a los ambientes hostiles

Campo de la invención

5 La invención se refiere al campo de las interconexiones entre sistemas electrónicos. Trata, en particular, de la emisión de señales o de datos entre diferentes subconjuntos electrónicos, diferentes tarjetas electrónicas, por ejemplo, que constituyen un sistema global.

Se refiere más particularmente a dispositivos de emisión bidireccional para señales de alta velocidad en espacio libre o FSOI según el acrónimo de la denominación anglosajona "Free Space Optical Interconnection", basados en el uso de parejas de componentes, cada una compuesta por un emisor y de un receptor de ondas luminosas.

10 **Contexto de la invención - técnica anterior**

Para un número creciente de aplicaciones que implementan sistemas electrónicos que constan de un gran número de subconjuntos, la transferencia de datos de un subconjunto a otro presenta dificultades crecientes debido a la compacidad buscada y al número de datos transferidos. Este es el caso, por ejemplo, de un sistema constituido por tarjetas electrónicas implantadas en el mismo bastidor, que tienen que intercambiar un gran número de datos distintos con velocidades significativas.

15 En tal contexto, la transferencia de información en forma de señales eléctricas impone, debido a la densidad de los componentes y las velocidades de transferencia de información cada vez más significativas, grandes restricciones en términos de conectividad y en términos de aislamiento de los datos transferidos frente a los acoplamientos parásitos que pueden producirse entre los diferentes enlaces de conexión. Este punto se vuelve primordial en los sistemas eléctricos y electrónicos integrados, donde la dualidad complejidad-volumen se vuelve cada vez más generadora de restricciones.

Ahora bien, tratándose de enlaces eléctricos de alta velocidad, asegurar el aislamiento de estos enlaces de los campos electromagnéticos parásitos, implica la implementación de tapas de blindaje voluminosas, cordones blindados que deben respetar los radios de curvatura dados y que presentan una rigidez y un volumen aumentados debido al blindaje.

25 La necesidad de respetar las restricciones de inmunidad de los enlaces contra los campos electromagnéticos parásitos generalmente da como resultado el hecho de que el conjunto de las interconexiones entre tarjetas o subconjuntos limita las posibilidades de reducir el volumen global del equipo o del sistema que constituyen, incluso cuando los componentes electrónicos elementales se vuelven cada vez más integrados y, por lo tanto, cada vez menos ocupantes de lugar. El número de enlaces de interconexión entre subconjuntos y, en consecuencia, por lo tanto, el espacio necesario para realizar estas interconexiones se convierte en un factor de dimensionamiento en términos de volumen de tal sistema.

30 Por otra parte, en ciertos ambientes hostiles, es difícil, incluso imposible, considerando el número de enlaces de interconexión involucrados, combinar inmunidad a campos electromagnéticos, resistencia a temperaturas extremas (superiores a 85°) y reducción de volumen.

35 Una solución para franquear las restricciones mencionadas anteriormente consiste en considerar la transferencia de datos entre subconjuntos por medio de enlaces ópticos. La emisión de señales por enlace óptico permite en particular disminuir el peso y el volumen del conjunto de las interconexiones del sistema. El paso por enlaces ópticos también permite, ventajosamente, aprovechar el aislamiento galvánico natural e intrínseco que muestran las señales ópticas.

40 Entre las soluciones que implementan la emisión de datos por enlace óptico, una solución consiste en usar un sistema de emisión bidireccional de señales de alta velocidad de espacio libre FSOI (Free Space Optical Interconnexion) basado en el uso de parejas de componentes, estando cada pareja constituido por un emisor óptico y un receptor óptico, una matriz de microled y un fotodiodo, por ejemplo.

45 Este tipo de solución permite ventajosamente franquear cualquier enlace físico entre los dos equipos conectados de esta manera. Al mismo tiempo, se eliminan las restricciones relacionadas con el volumen de los conectores y de los cables de conexión y el blindaje necesario de estos últimos.

Sin embargo, las soluciones FSOI recientemente desarrolladas no constituyen, actualmente, una solución alternativa satisfactoria al uso de enlaces de interconexión eléctrica cableados.

De hecho, las soluciones desarrolladas actualmente se basan en el uso de diodos láser con el objeto de disponer de un ancho de banda lo más ancho posible.

50 Sin embargo, la emisión de una señal a través de una onda láser desde un emisor hacia un receptor a menudo necesita una alineación estricta de estos elementos, alineación que en sí misma representa una gran restricción de implantación y que impone tolerancias de alineación estrechas en términos de distancia y de ángulo.

Además, la principal limitación para el uso de diodos láser es que generalmente impone limitar las variaciones de temperatura del medio, debido a la sensibilidad a la temperatura de los diodos láser. Los rendimientos de un diodo láser, en términos de potencia, de longitud de onda emitida y de rendimiento, en particular, varían, en efecto, de manera significativa, cuando se usa dentro de un amplio rango de temperatura de uso.

5 Esta limitación es adicional a la resultante del hecho de que los componentes usados en las soluciones existentes son componentes del mercado, cuyo funcionamiento está asegurado para una gama limitada de temperaturas, comprendida entre $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$ y $+85\text{ }^{\circ}\text{C}$, que no cubre la gama de temperaturas a las que pueden estar sometidos ciertos equipos, una gama comprendida entre $-55\text{ }^{\circ}\text{C}$ y $+125\text{ }^{\circ}\text{C}$, por ejemplo.

10 Por otra parte, los componentes usados en las soluciones existentes son componentes acondicionados en cajas individuales que aseguran una función única de recepción (fotodiodo) o emisión (diodo láser) para asegurar un enlace bidireccional entre dos subconjuntos del mismo equipo, dos tarjetas electrónicas colocadas en un mismo bastidor, por ejemplo, hay que realizar, para cada uno de los enlaces por separado, la implantación y la alineación de los componentes que constituyen el enlace considerado.

15 Por otra parte, también, si el haz luminoso emitido por cada componente emisor y recibido por el componente receptor al que se asocia es naturalmente robusto frente a las perturbaciones electromagnéticas, los componentes emisores y receptores comúnmente usados en las interconexiones FSOI desarrolladas actualmente no lo son. En efecto, el cableado de estos componentes generalmente se realiza mediante la superficie como en el caso de cajas del tipo QFN, para que sus husillos de conexión estén al aire libre y, por lo tanto, sean susceptibles de captar señales parásitas.

20 La solicitud de patente europea publicada el 07/12/2016 con la referencia EP 3 101 699 A1 describe y reivindica una estructura que permite realizar módulos de emisión o de recepción ópticos en espacio libre (FSOI) destinados a establecer conexiones ópticas entre circuitos electrónicos. La estructura propuesta en este documento permite realizar módulos de comunicación electroópticos y optoelectrónicos que pueden implementarse directamente sobre un circuito electrónico. Según el documento, el problema del posicionamiento preciso de los módulos de emisión o de recepción así realizados sobre el circuito electrónico anfitrión se resuelve mediante juegos de miras que permiten la alineación mecánica de los diferentes elementos que constituyen la estructura.

25

Presentación de la invención

Un objeto de la invención es proponer un dispositivo que permita realizar un sistema de emisión bidireccional de señales de alta velocidad en espacio libre (FSOI) que no presente las limitaciones soportadas por los sistemas FSOI actuales.

30 Para este propósito, la invención tiene por objeto, según un primer aspecto, un módulo de conexión óptico para realizar un enlace óptico bidireccional que permita hacer transitar datos de alta velocidad (sin perturbación) entre dos elementos de un equipo electrónico, constanding el módulo al menos de un elemento emisor capaz de emitir una onda luminosa modulada por una señal eléctrica, dicho emisor emitiendo un haz no enfocado y un elemento receptor capaz de recibir una onda luminosa modulada y de restituir la señal de modulación en forma eléctrica, estando dichos elementos emisor y receptor dispuestos en una caja de encapsulación.

35

La caja de encapsulación está configurada para formar una pantalla destinada a proteger, a inmunizar, dichos elementos emisor y receptor contra los campos electromagnéticos que rodean el módulo.

Su pared superior presenta aberturas dispuestas frente a la superficie del elemento emisor y la superficie del elemento receptor respectivamente y permite el paso de la luz a través de la caja.

40 Dicha caja de encapsulación define dos cavidades separadas en las que el elemento emisor y el elemento receptor están alojados respectivamente.

Según diferentes disposiciones, el módulo de conexión óptica según la invención también puede presentar diversas características técnicas adicionales, enumeradas a continuación, características que pueden considerarse cada una por separado o en combinación con una o varias características diferentes.

45 De este modo, según una primera disposición, el módulo de conexión óptica según la invención consta de una estructura de base constituida por un circuito impreso que permite la interconexión de los componentes alojados en el módulo y la conexión del módulo al equipo sobre el que está montado. La caja de encapsulación está configurada además para cubrir la superficie de dicho circuito impreso.

50 Según otra disposición, el elemento emisor del módulo de conexión óptica según la invención es un circuito de matriz de microled y el elemento receptor un fotodiodo.

Según otra disposición, la caja de encapsulación presente, al nivel de las aberturas de su pared superior, dos ventanas en material transparente.

Según otra disposición, las caras externas de las ventanas de la pared superior de la caja de encapsulación están revestidas con una capa de pantalla formada por partículas de materiales eléctricamente conductores y transparente

a la luz.

Según una forma de realización particular, la capa de pantalla de revestimiento de las ventanas es una película de óxido de indio-estaño (ITO).

5 Según otra forma de realización particular, la pared superior de la caja de encapsulación está cubierta, al menos al nivel de las aberturas de la pared superior de una estructura de malla conductora que hace de pantalla de los campos electromagnéticos y cuyas mallas están dimensionadas para permitir que pase la luz emitida por el elemento emisor y la luz recibida por el elemento receptor.

Según otra disposición, la caja de encapsulación es una caja metálica conectada a tierra.

10 Según otra disposición, la caja de encapsulación es una caja de material orgánico, cuya superficie externa de la pared superior está cubierta con una estructura de malla conductora conectada a tierra, y cuyas caras externas de las paredes laterales están revestidas con una capa de material conductor, una capa de metalización, por ejemplo.

15 Según otra disposición, siendo la caja de encapsulación una caja de material orgánico, el elemento emisor está montado sobre la cara interna de la pared superior de la caja de encapsulación, al nivel de una de las ventanas transparentes. Dicha cara interna forma un circuito impreso configurado para conectar el elemento emisor al circuito impreso que forma la estructura de base.

Según otra disposición, la caja de encapsulación es una caja hecha de material orgánico. El elemento emisor está montado sobre la cara externa de la pared superior de la caja de encapsulación y conectado a la cara interna de dicha pared superior. Dicha cara interna también forma un circuito impreso configurado para conectar el elemento emisor al circuito impreso que forma la estructura de base.

20 Según una forma de realización particular, los elementos emisor y receptor son componentes en tecnología de flip-chip.

25 Según un segundo aspecto, la invención también tiene por objeto un conjunto de dos módulos de conexión óptica dispuestos uno con respecto al otro de tal manera que la luz emitida por el elemento emisor de uno de los módulos sea recibida por el elemento receptor de el otro módulo y viceversa, emitiendo el elemento emisor de cada uno de los módulos una onda luminosa de distinta longitud λ_1 o λ_2 , siendo el elemento receptor de uno de los módulos adecuado para recibir la longitud de onda λ_1 emitida por el elemento emisor del otro módulo.

Según una disposición particular relacionada con el conjunto de dos módulos de conexión óptica según la invención, cada módulo consta de un filtro dispuesto al nivel de la cavidad del elemento receptor y configurado para filtrar la longitud de onda del módulo emisor colocado en este mismo módulo.

30 La invención consiste de este modo principalmente en un dispositivo integrado que consta de un conjunto de componentes que realizan una función de emisión y una función de recepción de ondas luminosas, acondicionados en una caja apropiada, configurada para formar un dispositivo compacto, permitiendo todo a la vez, limitar la perturbación de los componentes del emisor y receptor por campos electromagnéticos exteriores y para facilitar la colocación de enlaces ópticos bidireccionales entre dos equipos.

35 Ventajosamente, el dispositivo según la invención presenta una caja configurada para limitar la diafonía entre los componentes del emisor y el receptor que están alojados ahí.

También ventajosamente, los componentes emisor y receptor utilizados se eligen por su rango extendido de temperatura de funcionamiento extendido y las instalaciones que proporcionan en términos de colocación.

Descripción de las figuras

40 Las características y ventajas de la invención se apreciarán mejor gracias a la siguiente descripción, descripción que se apoya sobre las figuras adjuntas que muestran:

la figura 1, una representación esquemática en sección longitudinal del dispositivo según la invención;

la figura 2, una ilustración esquemática del modo de empleo del dispositivo según la invención;

45 las figuras 3 a 5, representaciones esquemáticas de tres modos de realización del dispositivo según la invención, tomado como ejemplos.

Sobre las figuras adjuntas, una misma referencia numérica o alfanumérica siempre se refiere al mismo elemento o la misma función.

Descripción detallada

50 El dispositivo según la invención tiene por objeto permitir la realización de interconexiones ópticas de señales de alta velocidad bidireccionales en medios considerados hostiles, tanto desde el punto de vista de las temperaturas de

funcionamiento, como perturbaciones electromagnéticas o como restricciones mecánicas (resistencia a las vibraciones en particular).

5 El dispositivo según la invención consiste en un módulo 11 que consta principalmente, como se ilustra en la figura 1, una estructura base 12 en circuito impreso sobre el que están montados los diferentes circuitos 13 del módulo 11, y una caja de encapsulación 14 configurada para formar una cavidad cerrada por la estructura de base 12.

La estructura de base 12 y la caja de encapsulación 14 están dimensionadas para que la cavidad formada pueda alojar los componentes electrónicos 13 necesarios para la realización de la conexión óptica, y principalmente un componente emisor de ondas luminosas 13_e y un componente receptor 13_r de ondas luminosas.

10 La caja 14 está configurada para constituir una envoltura eléctricamente conductora que forma una pantalla que inmuniza los componentes emisor 13_e y receptor 13_r contra los campos electromagnéticos parásitos que pueden alterar su funcionamiento y, a continuación, la calidad de la emisión óptica y, por lo tanto, el buen funcionamiento del sistema.

Para este propósito, está constituido por una estructura eléctricamente conductora que consta de una pared superior 141 con una cara interna que delimita la cavidad y una cara externa, así como paredes laterales 142 por las cuales está conectado a la estructura de base 12.

15 Además, consta de una división interna intermedia 143 que separa la cavidad delimitada por la tapa de encapsulación 14 en dos cavidades 15 y 16 en las que se colocan respectivamente el componente emisor 13_e y el componente receptor 13_r .

20 Ventajosamente, esta división interna 143 limita el riesgo de exposición del componente receptor 13_r a la onda luminosa emitida por el componente emisor 13_e y, en consecuencia, el riesgo de diafonía o "crosstalk" según la denominación anglosajona.

Según la invención, la caja de encapsulación 14 consta al nivel de su pared superior 141 dos aberturas 144 y 145, colocadas de manera que cada una mire hacia el componente emisor 13_e o del componente receptor 13_r y destinado a permitir que las ondas luminosas pasen a través de la pared de la caja 14. Con el fin de asegurar la estanqueidad del módulo 11, estas dos aberturas 144 y 145 están provistas preferentemente provistas de ventanas transparentes.

25 En una forma de realización preferente, las dos ventanas transparentes están constituidas por dos lentes 18 y 19, una lente colimadora 18 colocada en la abertura opuesta al componente emisor 13_e y una lente recogedora 19 colocada en la abertura opuesta al componente receptor 13_r , teniendo estas lentes la función de mejorar los equilibrios ópticos en la emisión y en la recepción.

30 Por otra parte, de manera también preferente, con el fin de evitar que las dos aberturas 144 y 145 formadas sobre la pared superior 141 de la caja de encapsulación 14 no alteren la eficacia de la pantalla, del blindaje, realizado por la caja, las caras externas de las ventanas transparentes montadas en estas aberturas, están cubiertas por un revestimiento 17 configurado para impedir la propagación de campos electromagnéticos parásitos en el interior de la caja de encapsulación 14 mientras permiten que pase la luz.

35 Según el modo de realización considerado, el revestimiento 17 puede ser de diferentes naturalezas. Puede estar constituido por una capa de pantalla formada por partículas de un material conductor eléctrico y transparente a la luz. También puede ubicarse justo al nivel de las aberturas 144 y 145, o bien, cubrir todas o parte de las paredes 141 y 142 de la caja 14.

De este modo, en un modo de realización preferente, la capa de pantalla 17 consiste en una película de óxido de indio-estaño ITO ("Indium Tin Oxide") según la denominación anglosajona.

40 Aquí se recuerda que el óxido de indio-estaño, u óxido de indio dopado con estaño, es una mezcla de óxido de indio (IN) (In_2O_3) y óxido de estaño (IV) (SnO_2).

Alternativamente, el revestimiento 17 puede consistir en una estructura de malla conductora, cuyas mallas están dimensionadas para realizar la pantalla deseada frente a las ondas electromagnéticas y al mismo tiempo permitir el paso de la luz.

45 Desde el punto de vista de fabricación, la base del módulo es preferentemente un circuito impreso 12 sobre el que los diversos componentes 13 integrados en el módulo 11, se transfieren, preferentemente en forma de cajas CMS.

La caja de encapsulación 14 está directamente conectada en cuanto a ella, por pegado, por ejemplo, en el circuito que forma la estructura de base 12 y conectada a tierra a través de esta última.

50 Tal estructura permite ventajosamente realizar un módulo 11 compacto y asegurar a los componentes 13 que contiene inmunidad completa frente a perturbaciones electromagnéticas exteriores.

Según el equipo sobre el que se pretende montar, El módulo de conexión óptica 11 según la invención puede proveerse de diversos medios de conexión. Los medios de conexión utilizados se determinan para limitar la

introducción de perturbaciones electromagnéticas inducidas por los enlaces eléctricos con el equipo.

5 De este modo, de manera preferente, en el caso de que el módulo 11 según la invención esté destinado a implantarse sobre tarjetas electrónicas, las entradas-salidas del circuito impreso 12 que forman la estructura de base se transfieren a puntos de conexión ubicados en la cara externa 121 del circuito impreso, constituyendo la cara de contacto del módulo 11 con la tarjeta electrónica.

De manera también preferente, estos puntos de conexión están equipados con bolas de conexión 122 destinadas, cuando el módulo 11 se transfiere a la tarjeta electrónica, a asegurar, por fusión, su conexión eléctrica con los puntos de conexión correspondientes sobre la tarjeta electrónica. El módulo 11 según la invención se monta de este modo como un componente de tipo BGA (Ball Grid Array según la terminología anglosajona).

10 Tal modo de conexión permite ventajosamente realizar enlaces blindados cortos entre el módulo 11 según la invención y la tarjeta electrónica sobre la que está montado. De hecho, este modo de conexión permite disponer, a pesar de la compacidad del módulo 11, de una pluralidad de puntos de conexión a tierra que se pueden organizar para asegurar, debajo del módulo, un blindaje de los diferentes enlaces entre el módulo 11 y la tarjeta electrónica al nivel de los puntos de conexión de acceso mediante pestañas de tierra y conservar la inmunidad a los campos electromagnéticos parásitos.

Con el fin de responder a las exigencias de compacidad y de resistencia a la temperatura que también se le imponen, el módulo 11 de conexión óptica según la invención integra componentes, los componentes emisor 13_e y receptor 13_r, en particular, con características físicas (resistencia a la temperatura, acondicionamiento,...) y eléctricas apropiadas.

20 En un modo de realización preferente, el módulo 11 según la invención consiste en un emisor 13_e de matriz de microled (μ LED) y un fotodiodo de recepción 13_r, estando los dos componentes 13_e y 13_r acondicionados en forma de "flip-chip" que favorece su inmunidad frente a las perturbaciones electromagnéticas parasitarias y contribuyendo a la naturaleza compacta del módulo 11.

25 El emisor 13_e de matriz de microled aquí se elige ya que presenta características de radiación que ofrecen una gran flexibilidad de alineación y no necesita, por lo tanto, estar alineado de manera particularmente precisa sobre el receptor 13_r al que está destinado a emitir una onda luminosa, a diferencia de un emisor de diodo láser, por ejemplo.

Está sujeto, por otra parte, a ligeras variaciones en la longitud de onda y la potencia transmitidas en función de la temperatura, a diferencia de las fuentes láser tales como, en particular, las fuentes láser de cavidad vertical o VCSEL ("Vertical-Cavity Surface-Emitting Laser") según la denominación anglosajona.

Además, tales emisores existen para diferentes longitudes de ondas (colores).

30 También presentan un gran ancho de banda, compatible con emisión de datos a varios Gigabits por segundo.

Por ejemplo, puede ser un componente emisor de matriz de microled realizado en tecnología GaN (nitruro de galio), poco sensible a variaciones de temperatura de hasta 150°.

35 El fotodiodo de recepción 13_r, por su parte, es elegido por su pequeño volumen; Puede tratarse, por ejemplo, un diodo PIN o, en su defecto, de un fotodiodo de avalancha o APD ("avalanche Photo Diode") según la denominación anglosajona.

El uso de un fotodiodo PIN permite una gran miniaturización. Requiere una tensión de alimentación comúnmente presente en las tarjetas electrónicas, mientras que es poco sensible a las variaciones de temperatura.

Los llamados fotodiodos APD son sensibles a las variaciones de temperatura, pero tienen una ganancia mucho mayor. También necesitan tensiones de alimentación muy altas.

40 Según la invención, el componente receptor 13_r se elige para que sea preferentemente sensible a la longitud de onda emitida por el componente emisor con el que se pretende asociar.

45 Sin embargo, en un modo de realización preferente, con el fin de evitar los riesgos de diafonía o "crosstalk" entre el componente receptor 13_r del módulo 11 considerado y el componente emisor 13_e colocado en este mismo módulo 11, riesgos evocados anteriormente, los dos componentes emisor 13_e y receptor 13_r del mismo módulo 11 se puede elegir para funcionar a diferentes longitudes de ondas. En este caso, el módulo 11 según la invención puede adoptar dos configuraciones emparejadas, como se ilustra en la figura 2:

- una primera configuración 21 para la cual el módulo 11 consta de un componente emisor 13_e concebido para emitir en una longitud de onda λ_1 dada y un componente receptor 13_r concebido para recibir ondas luminosas de longitud de onda dada λ_2 diferente de λ_1 ;
- 50 - una segunda configuración 22 para la cual el módulo 11 consta de un componente emisor 13_e concebido para emitir sobre la longitud de onda λ_2 y un componente receptor 13_r concebido para recibir ondas luminosas de longitud de onda λ_1 .

Según este modo particular de realización, el establecimiento de un enlace óptico entre dos subconjuntos de un sistema, dos tarjetas electrónicas 23 y 24, por ejemplo, implica el uso de dos módulos emparejados, que presentan respectivamente la primera 21 y la segunda 22 configuración, dispuestos de tal manera que el receptor de un módulo se coloca opuesto al emisor del otro módulo.

5 Por otra parte, en una forma de realización particular del módulo según la invención y finalmente, también, de evitar los reflejos parásitos provenientes de otras fuentes, de otros emisores, en particular, un filtro de color (no representado), destinado a filtrar las longitudes de ondas parásitas, se coloca al nivel del elemento receptor 13r del módulo 11, al nivel de la ventana transparente 148 colocada en la abertura 145 opuesta al componente receptor 13r, por ejemplo.

10 Desde un punto de vista estructural, el módulo 11 según la invención puede presentar diversas disposiciones, dependiendo en particular del número de componentes 13 integrados en el módulo y la compacidad deseada.

Sus diferentes elementos estructurales, en particular, la caja de encapsulación 14 y el revestimiento 17 configurados para evitar la propagación de campos electromagnéticos parásitos en el interior de ella, también se pueden realizar de diferentes maneras.

15 Las figuras 3 a 5 ilustran diferentes formas de realización correspondientes a disposiciones particulares tomadas como ejemplos.

La ilustración en la figura 3 corresponde a un ejemplo de realización en el que todos los componentes 13 alojados en el módulo 11 están montados en el circuito impreso que forma la estructura de base 12.

20 La caja de encapsulación 14 es por su parte una caja metálica que consta de, al nivel de las dos aberturas 144 y 145 de su pared superior 141, ópticas 18 y 19 protegidas, ya sea por una capa de pantalla que consiste en una película de óxido de indio-estaño (ITO), o bien, por una estructura de malla conductora. En el módulo 11, las dos funciones (emisión/recepción) están aisladas entre sí por la división 143 de la caja 14 para evitar perturbaciones internas.

25 En la variante de realización de la figura 3, los componentes 13 utilizados están destinados a ser instalados y conectados al circuito impreso que forma la estructura de base 12 a través de conexiones convencionales, husillos soldados o conexiones cableadas, por ejemplo.

30 Como alternativa, los componentes utilizados 13, en la medida en que estén disponibles en esta forma, pueden ser componentes destinados a ser montados por transferencia directa al circuito impreso 12 que forman la estructura de base, tales como componentes de "flip-chip", por ejemplo, cuyo montaje sobre el circuito impreso 12 se realiza por medio de bolas de oro interpuestas entre las entradas-salidas del componente 13 considerado y el circuito impreso 12, estando el componente mismo pegado a la superficie de este último.

La figura 4 propone una variante de realización que permite, a costa de una estructura más compleja, aumentar la compacidad del módulo 11. En esta variante, en efecto, el componente emisor 13_e (circuito de matriz de microled) se coloca en la cara interna de la pared superior 141 de la caja de encapsulación 14 al nivel de la abertura 144 de la caja 14 correspondiente.

35 Para hacer esto, este último está realizado de material orgánico dieléctrico, la pared superior 141 y las paredes laterales 142 forman un circuito impreso que permite conectar el circuito emisor 13_e al circuito impreso 12 que forma la estructura de base.

40 Este posicionamiento, además de la ventaja que proporciona en términos de mayor compacidad, permite ventajosamente colocar el componente emisor lo más cerca posible de la abertura de la caja de encapsulación 14 y de este modo aprovechar al máximo las ventajas en términos de facilidad de posicionamiento del módulo 11 que proporciona la baja directividad de la matriz de microled.

Se observa que, en este modo de realización, estando las paredes 141 y 142 de la caja de encapsulación 14 realizadas de material dieléctrico, las caras externas de la caja 14 están cubiertas en toda su superficie con una capa de material conductor que forma una pantalla para las perturbaciones electromagnéticas.

45 Esta capa de material conductor se puede formar por metalización de las caras externas de las paredes 141 y 142 de la caja de encapsulación 14, estando las aberturas a su vez provistas de capas protectoras tales como las descritas anteriormente (estructura conductora de malla o película ITO).

50 Alternativamente, esta capa de material conductor puede consistir en una estructura de malla, eléctricamente conductora, cubriendo todas las paredes 141 y 142 de la caja 14, incluso en las ubicaciones de las aberturas 144 y 145.

La figura 5 propone otra variante realización que permite, a costa de una estructura más compleja también, aumentar la compacidad del módulo 11.

En la forma de realización de la figura 5, el componente emisor 13_e (circuito de matriz de microled) se coloca sobre la

cara externa de la pared superior 141 de la caja de encapsulación 14 en lugar de la abertura 114 de la caja correspondiente 14 (es decir, en esta forma de realización, la ventana 144 no existe). Esta disposición permite beneficiarse aún mejor de las ventajas en términos de facilidad de posicionamiento del módulo 11 que proporciona la baja directividad de la matriz de microled.

- 5 Como en el ejemplo de realización de la figura 4, la pared de la caja de encapsulación 14 se realiza de material dieléctrico, las caras externas de la caja están cubiertas en toda su superficie con una capa de material conductor que forma una pantalla para las perturbaciones electromagnéticas.

- 10 Esta capa de material conductor está constituida aquí preferentemente de una estructura de malla conductora (17), conectada a tierra, que cubre la superficie externa de la pared superior 141 de la caja 14, incluyendo en las ubicaciones del componente emisor 13_e y la abertura destinada a permitir que la luz entre en la cavidad 16 que contiene el elemento receptor 13_r, estando las caras externas de las paredes laterales de la caja 14 revestidas de una capa de material conductor, una capa de metalización, por ejemplo.

Alternativamente, puede consistir en una estructura de malla eléctricamente conductora (17) que cubre todas las paredes 141 y 142 de la caja de encapsulación 14.

- 15 Tal como se describe en general o mediante los ejemplos de realización presentados, el dispositivo 11 según la invención se ajusta ventajosamente así en un contexto general de búsqueda de soluciones para realizar equipos electrónicos que sean a la vez más compactos y más robustos en términos de variaciones de temperatura y más eficientes en términos de compatibilidad electromagnética (o EMC), en otras palabras, resistencia a perturbaciones electromagnéticas que, si no son de una naturaleza que perturbe los haces de ondas luminosas que forman un enlace óptico, pueden perturbar el funcionamiento de los componentes del emisor 13_e y receptores 13_r, ellos mismos, así como el de los componentes 13 necesarios para su funcionamiento.

Además, el uso del módulo 11 de conexión óptica según la invención hace posible miniaturizar tarjetas electrónicas, y permite aumentar la robustez de todos los dispositivos electrónicos integrados sujetos a fuertes variaciones de temperaturas y ataques electromagnéticos.

- 25 También permite prever el desarrollo de arquitecturas multitarjeta, que soportan funcionalidades que implementan numerosas conexiones entre tarjetas mediante enlaces ópticos, no pudiéndose el desarrollo de tales arquitecturas de este tipo prever previamente, debido a la gran cantidad de conexiones necesarias y, por lo tanto, a la gran cantidad de conectores que se implementarán en las tarjetas para asegurar todas las interconexiones necesarias para la implementación de estas funcionalidades.

30

REIVINDICACIONES

1. Módulo (11) de conexión óptica en espacio libre de tipo "Free Space Optical Interconnection", FSOI, para realizar un enlace óptico bidireccional que permita hacer transitar datos de alta velocidad (sin perturbación) entre dos elementos (23, 24) de un equipo electrónico, **caracterizado porque** consta al menos de un elemento emisor (13_e) capaz de emitir una onda luminosa modulada por una señal eléctrica, dicho emisor (13_e) emitiendo un haz no enfocado y un elemento receptor (13_r) capaz de recibir una onda luminosa modulada y de restituir la señal de modulación en forma eléctrica, estando dichos elementos emisor (13_e) y receptor (13_r) dispuestos en una caja de encapsulación (14) configurada para formar una pantalla destinada a inmunizar dichos elementos emisor (13_e) y receptor (13_r) contra las emisiones electromagnéticas exteriores que rodean el módulo (11), cuya pared superior (141) presenta aberturas (144, 145) dispuestas frente a la superficie del elemento emisor (13_e) y de la superficie del elemento receptor (13_r) respectivamente, formando dichas aberturas dos ventanas configuradas para dejar pasar las ondas luminosas y hacer pantalla a las otras perturbaciones electromagnéticas exteriores y permitir el paso de la luz a través de la caja (14); definiendo dicha caja de encapsulación (14) dos cavidades separadas (15, 16) en las que se aloja respectivamente el elemento emisor (13_e) y el elemento receptor (13_r).
2. Módulo (11) de conexión óptica, FSOI, según la reivindicación 1, **caracterizado porque** consta de una estructura de base constituida por un circuito impreso (12) que permite la interconexión de los componentes (13) alojados en el módulo (11) y la conexión del módulo (11) al equipo (23, 24) sobre el que se monta, estando configurada la caja de encapsulación (14) para cubrir la superficie de dicho circuito impreso (12).
3. Módulo (11) de conexión óptica según una de las reivindicaciones 1 o 2, **caracterizado porque** el elemento emisor (13_e) es un circuito de matriz de microled y el elemento receptor (13_r) un fotodiodo.
4. Módulo (11) de conexión óptica según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** las dos ventanas (18, 19) son ventanas de material transparente, cuyas caras externas están revestidas de una capa de pantalla (17) formada por partículas de material eléctricamente conductor y transparente a la luz.
5. Módulo (11) de conexión óptica, FSOI, según la reivindicación 4, **caracterizado porque** la capa de pantalla (17) es una película de **óxido de indio-estaño**, ITO.
6. Módulo (11) de conexión óptica según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** la pared superior (141) de la caja de encapsulación (14) está cubierta, al menos al nivel de las aberturas (144, 145) de la pared superior (141) de una estructura de malla conductora (17) que hace de pantalla de los campos electromagnéticos y cuyas mallas están dimensionadas para permitir que pase la luz emitida por el elemento emisor (13_e) y la luz recibida por el elemento receptor (13_r).
7. Módulo (11) de conexión óptica según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** la caja de encapsulación (14) es una caja metálica conectada a tierra.
8. Módulo (11) de conexión óptica según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, **caracterizado porque** la caja de encapsulación (14) es una caja de material orgánico, cuya superficie externa de la pared superior está recubierta de una estructura de malla conductora (17) conectada a tierra, estando las caras externas de las paredes laterales de la caja revestidas de una capa de material conductor, una capa de metalización, por ejemplo.
9. Módulo (11) de conexión óptica según la reivindicación 8, **caracterizado porque** el elemento emisor (13_e) está montado en la cara interna de la pared superior (141) de la caja de encapsulación (14), al nivel de una de las ventanas transparentes, formando dicha cara interna un circuito impreso configurado para conectar el elemento emisor (13_e) al circuito impreso (12) que forma la estructura de base.
10. Módulo (11) de conexión óptica según la reivindicación 8, **caracterizado porque** el elemento emisor (13_e) está montado en la cara externa de la pared superior (141) de la caja de encapsulación (14) y conectado a la cara interna de dicha pared superior, formando dicha cara interna un circuito impreso configurado para conectar el elemento emisor (13_e) al circuito impreso (12) que forma la estructura de base.
11. Módulo (11) de conexión óptica según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** los elementos emisor (13_e) y receptor (13_r) son componentes de la tecnología de flip-chip.
12. Conjunto de dos módulos de conexión óptica en espacio libre (21, 22) según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, dispuestos uno con respecto al otro de tal manera que la luz emitida por el elemento emisor (13_e) de uno de los módulos (21) sea recibida por el elemento receptor (13_r) del otro módulo (22) e inversamente, emitiendo el elemento emisor (13_e) de cada uno de los módulos (21) una onda luminosa de distinta longitud λ_1 o λ_2 , siendo el elemento receptor (13_r) de uno de los módulos (22) adecuado para recibir la longitud de onda λ_1 emitida por el elemento emisor (13_e) del otro módulo (21).
13. Conjunto de dos módulos de conexión óptica en espacio libre (21, 22) según la reivindicación 12, **caracterizado porque** cada uno de los módulos (21, 22) consta de un filtro colocado al nivel de la cavidad (16) del elemento receptor (13_r) y configurado para filtrar la longitud de onda del módulo emisor (13_e) colocado en este mismo módulo (21, 22).

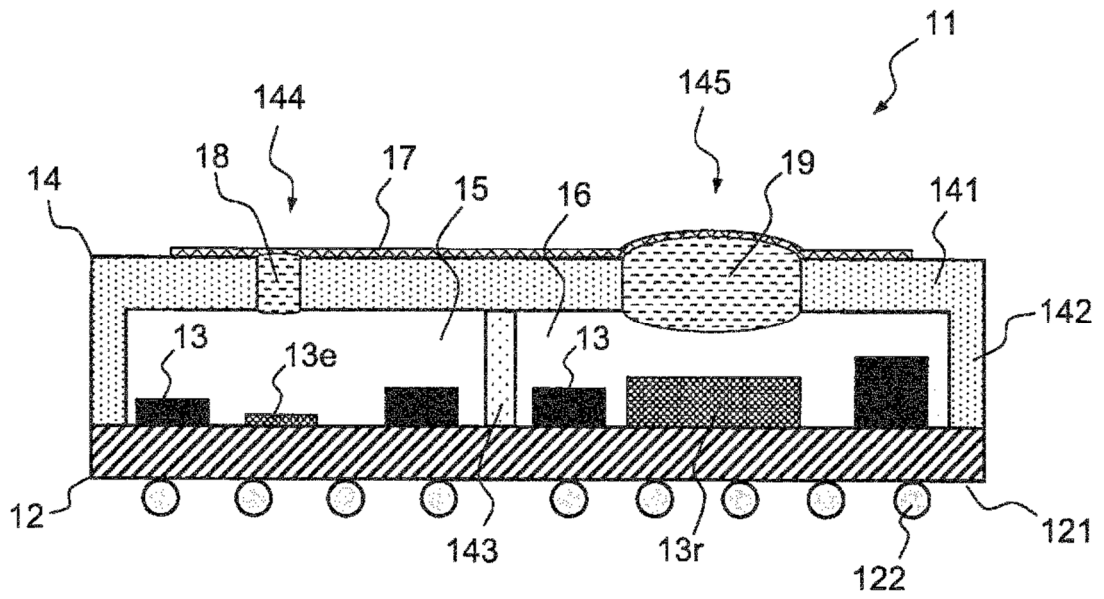


FIG. 1

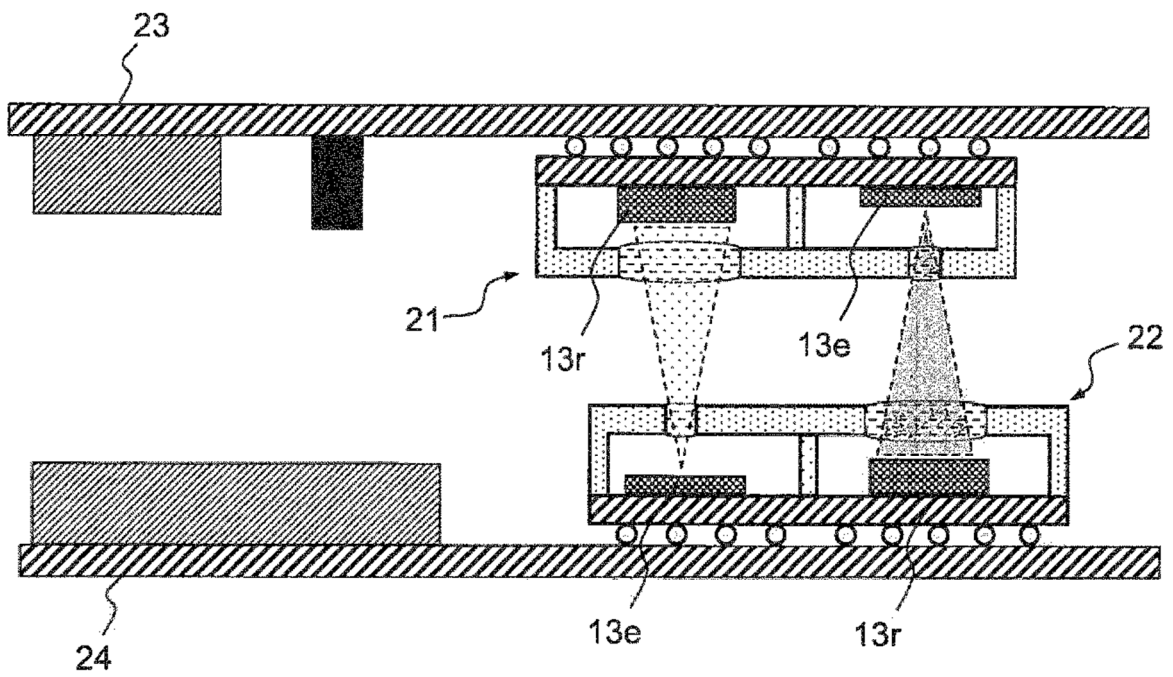


FIG. 2

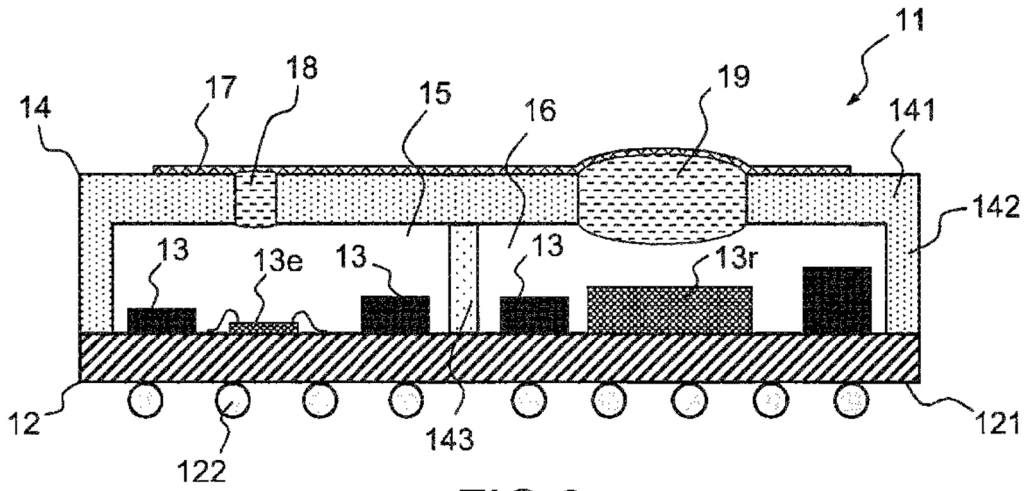


FIG.3

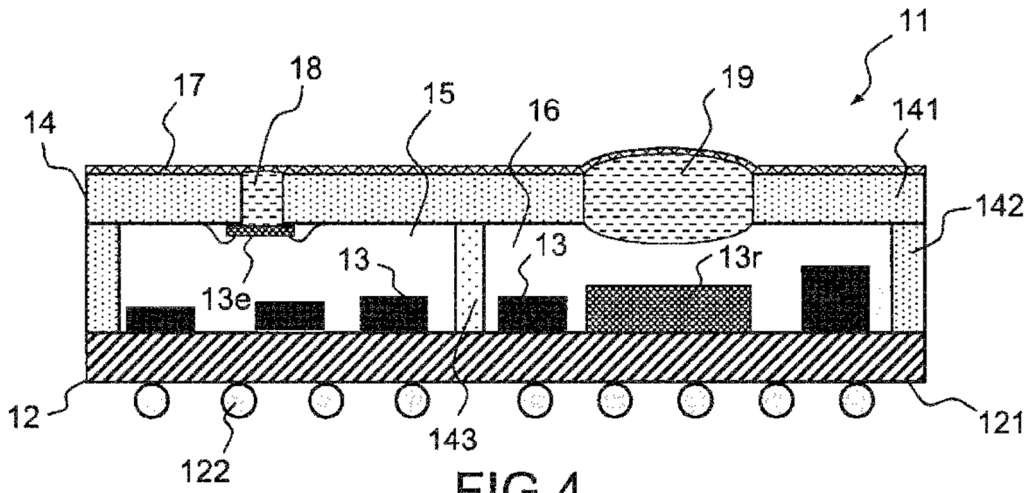


FIG.4

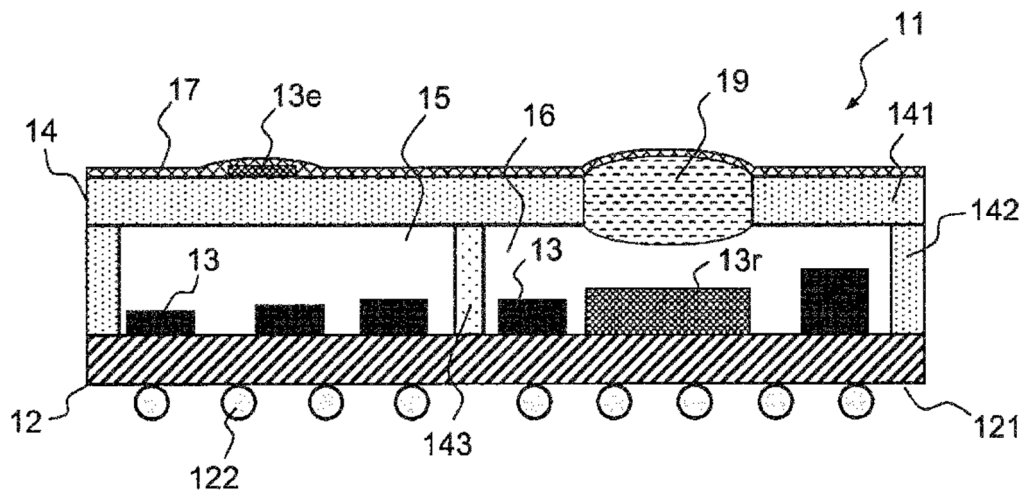


FIG.5