

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 534 737**

51 Int. Cl.:

H01Q 21/06 (2006.01)

H01Q 21/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **15.05.2012** **E 12726368 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **14.01.2015** **EP 2710676**

54 Título: **Elemento radiante para antena de red activa constituida por mosaicos elementales**

30 Prioridad:

17.05.2011 FR 1101499

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
27.04.2015

73 Titular/es:

THALES (100.0%)
45, rue de Villiers
92200 Neuilly sur Seine, FR

72 Inventor/es:

DELESTRE, XAVIER;
LABEYRIE, MICHEL y
RENARD, CHRISTIAN

74 Agente/Representante:

CARPINTERO LÓPEZ, Mario

ES 2 534 737 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

Elemento radiante para antena de red activa constituida por mosaicos elementales

La presente invención se refiere a un elemento radiante mono o bipolarización para antena de red activa constituida por mosaicos yuxtapuestos. Se aplica particularmente en el campo de las antenas de redes activas constituidas por mosaicos elementales.

En la presente solicitud, una arquitectura de antena de red activa se denomina de tipo "mosaico" si los componentes activos, particularmente sus amplificadores y sus desfases, se disponen en unos planos paralelos al plano radiante, de manera que se obtenga una antena de profundidad reducida orientable mecánicamente o que se puede instalar sobre la superficie de un portador.

Los elementos radiantes de una antena de ese tipo de red pueden reagruparse en subredes de 2^n elementos radiantes (en la que n es un entero positivo), denominados "mosaicos elementales". En efecto, la malla de la red, es decir la distancia entre el centro de los 2 elementos radiantes vecinos, generalmente a una distancia $\lambda/2$ para una antena de barrido electrónico (en la que λ designa la longitud de onda del haz de ondas radiado), es demasiado pequeña para implantar los componentes necesarios para un control individual de los elementos radiantes. Los elementos radiantes de un mosaico elemental se disponen en línea (o columna) perpendicularmente al plano de barrido de la antena y conectados a un distribuidor constituido por divisores de Wilkinson de volumen reducido cuya entrada se conecta a una vía activa de la antena. Se dispone de ese modo de la superficie de 2, 4 u 8 elementos radiantes para implantar los componentes activos y pasivos necesarios para constituir una vía activa. La malla de la red debe sin embargo ser ampliada, hasta aproximadamente $0,65 \cdot \lambda$, con el fin de obtener una superficie suficiente para permitir una colocación en caja metálica de las vías activas y los juegos mecánicos indispensables para un montaje en red, mientras se mantiene compatible con el campo de barrido del haz concernido.

Desgraciadamente, una malla de red de ese tipo limita los rendimientos de apuntado de la antena, particularmente cuando se desean barridos en un plano que sigue la orientación del campo eléctrico radiado, siendo denominado este plano E en lo que sigue.

Un inconveniente principal de la disposición en red de los elementos radiantes de dimensiones relativamente grandes, es que aparecen unas direcciones ciegas, es decir unas direcciones en las que no es posible barrer el haz. Una dirección ciega está ligada al hecho de que, para una frecuencia dada y un apuntado particular, el TOE activo (Tasa de Ondas Estacionarias) a la entrada de cada uno de los elementos radiantes alcanza un valor muy elevado, siendo el coeficiente de reflexión próximo a 1. Este fenómeno, destructor para los circuitos activos de la antena, corresponde a una colocación en fase de los acoplamientos entre un gran número de elementos radiantes y un elemento radiante cualquiera situado en medio de la red de elementos.

Un documento US 2003/067410 A1 describe una estructura de antena de mosaicos.

La invención tiene particularmente por objeto suprimir las direcciones ciegas que se observan habitualmente en las antenas de redes activas. Para ello, la invención propone particularmente mejorar el comportamiento radioeléctrico de los elementos radiantes que forman los mosaicos, con el fin de obtener unos elementos radiantes que presentan muy buenos rendimientos una vez reagrupados sobre un mosaico, tanto en términos de ancho de banda de funcionamiento como de coeficiente de reflexión activo. Con este fin, la invención tiene por objeto una antena que comprende una pluralidad de mosaicos que forman un plano de antena, comprendiendo cada uno de dichos mosaicos una pluralidad de elementos radiantes. Cada elemento radiante comprende una loseta superior metálica dispuesta por encima de una loseta inferior metálica, estando separadas las dos losetas por una capa que las aísla eléctricamente. La loseta inferior está alimentada con corriente eléctrica. Cada elemento radiante comprende un marco conductor dispuesto paralelamente al plano de antena y que enmarca las dos losetas de dicho elemento, estando acopladas electromagnéticamente las dos dichas losetas a través de la abertura de dicho marco cuyo cuerpo comprende una cara posterior de pequeña sección dispuesta del lado de la loseta inferior y una cara delantera de sección mayor dispuesta del lado de la loseta superior, de manera que amplíe el campo angular de barrido de un haz en un plano ortogonal al plano de antena.

Ventajosamente, cada elemento radiante puede comprender unos elementos parásitos que forman unas bandas paralelas a los bordes de la loseta superior.

Ventajosamente, la loseta inferior de cada elemento radiante puede estar alimentada con corriente eléctrica mediante un núcleo de una línea coaxial cuya pantalla puede estar conectada a un plano de masa dispuesto bajo dicha loseta inferior del lado opuesto a la loseta superior, pudiendo comprender dicho núcleo un disco capacitivo dispuesto entre dicha loseta inferior y dicho plano de masa.

En un modo de realización, dicha loseta inferior puede comprender un conjunto de dos ranuras desmetalizadas, pudiendo conectarse dicho núcleo a dicha loseta inferior en una posición centrada sobre un eje de simetría de dicha loseta inferior y lo más cercana a uno de sus bordes.

En otro modo de realización, dicha loseta inferior puede comprender un conjunto de cuatro ranuras desmetalizadas, pudiendo conectarse dicho núcleo a dicha loseta inferior en una posición centrada sobre un eje de simetría de dicha loseta inferior y pudiendo conectarse un núcleo de una segunda línea coaxial a dicha loseta inferior en una posición centrada sobre el otro eje de simetría de dicha loseta inferior.

- 5 Ventajosamente, los mosaicos están separados por una junta conductora. La antena puede comprender entonces ventajosamente un motivo de orificios metalizados realizados en el interior de los mosaicos siguiendo la junta conductora.

10 Ventajosamente, el marco puede ser de un material dieléctrico metalizado sobre toda la superficie externa del cuerpo del marco, con la excepción de una ranura dispuesta sobre la cara delantera del marco. Por ejemplo, la ranura puede tener forma de anillo.

La invención descrita anteriormente tiene incluso como ventaja principal que, comparada con los sistemas habitualmente utilizados, como por ejemplo las capas eléctricas de tipo WAIM (Wide Angle Impedance Match) viene a reducir la incidencia de la onda sobre la red, se practica sin efecto sobre el TOE activo en el eje de los elementos radiantes en la mitad de la red y no incrementa el grosor de la antena.

- 15 Surgirán otras características y ventajas de la invención con la ayuda de la descripción que sigue realizada en relación con los dibujos adjuntos que representan:

- la figura 1, un ejemplo de elementos radiantes según la técnica anterior;
- la figura 2, un ejemplo de elementos radiantes según la invención;
- la figura 3, un ejemplo de marco según la invención,
- 20 - las figuras 4a y 4b, dos ejemplos de realización de una loseta inferior según la invención;
- la figura 5, un ejemplo de realización de una loseta superior según la invención;
- las figuras 6a y 6b, un ejemplo de dispositivo según la invención para eliminar las direcciones ciegas de una antena de red activa.

25 En la cara delantera, un mosaico comprende una o varias líneas de elementos radiantes. En la posterior, comprende uno o varios distribuidores el circuito triplaca o de tipo "microstrip", seguido de otras capas de circuito impreso sobre las que se disponen los controles y los componentes activos y pasivos. Los circuitos se montan entre sí mediante diferentes técnicas, tanto se trate por presión, por encolado o incluso por soldadura.

30 La figura 1 ilustra un ejemplo de elementos radiantes según la técnica anterior. Comprende particularmente dos losetas 1 y 2 metálicas superpuestas de forma cuadrada y plateada, se denominan igualmente "patches" según la terminología anglosajona, siendo excitada la loseta 1 inferior por un núcleo 3 de una línea coaxial conectada en la mitad de uno de sus bordes para la polarización considerada. La loseta inferior y la loseta superior 1 y 2 están grabadas sobre unos circuitos impresos 4 y 5 respectivamente, estando separados dichos circuitos impresos entre sí por una capa de aire o de espuma 6 de reducida constante dieléctrica, estando dispuesta la loseta superior 2 sobre el lado del circuito impreso 4 enfrente a la loseta inferior 1. El circuito impreso 4 comprende en su cara opuesta a la loseta inferior 1, un plano de masa 7 conectado a la pantalla de la línea coaxial. Como se ilustra mediante la figura 35 1, una vez alimentada con corriente la línea coaxial, se radia una onda hacia arriba.

La figura 2 ilustra un ejemplo de elementos 20 radiantes según la invención. De manera análoga al ejemplo de la figura 1, comprende una loseta 11 metálica inferior impresa sobre un circuito 141 y alimentada mediante un núcleo 13 de una línea coaxial, una loseta 12 metálica superior impresa sobre un circuito 15, estando separadas las dos losetas por una capa aislante 16, por ejemplo de aire. Pero según la invención, comprende igualmente un marco 10, al menos un orificio metalizado tal como unos orificios 181 y 182 y un disco 19 capacitivo grabado sobre la cara de un circuito impreso 142 cuya otra cara forma un plano 17 de masa. Por otro lado, la loseta 11 metálica superior comprende unos elementos 121, 122, 123 y 124 parásitos, de los que solo se representan los elementos 121 y 123 en la figura 2.

45 Gracias a un elemento radiante optimizado de ese tipo, es posible obtener, con un haz apuntado en el eje, un coeficiente de reflexión activo en el eje inferior a -18 dB en una banda de frecuencias del 15%. Como se describe a continuación en la presente solicitud, esto permite suprimir las direcciones ciegas que se observan en las antenas de redes activas en mosaico cuando el haz se desapunta en el plano E, es decir siguiendo la orientación del campo eléctrico radiado, de verdaderos orificios que se pueden observar en el diagrama del elemento situado en la mitad de la red de dichas antenas.

50 La figura 3 ilustra el ejemplo de marco 10 según la invención. Las dos losetas 11 y 12 superpuestas están acopladas electromagnéticamente entre sí por proximidad, a través del marco 10 de material dieléctrico metalizado sobre su superficie exterior. El marco 10 forma una abertura sensiblemente cuadrada, comprendiendo esta abertura como mínimo dos secciones diferentes S1 y S2 en el grosor del marco. La sección pequeña S1 se dispone del lado de la loseta 11 inferior. Constituye una parte de guía de onda bajo gran corte, siendo igual la frecuencia de corte de la guía de ondas de sección S1 a 1,25 veces la frecuencia central de funcionamiento del elemento 20 radiante. La propagación de la onda de la loseta inferior 11 hacia la loseta 12 superior se efectúa por tanto mediante unos modos evanescentes. Un principio de funcionamiento del elemento 20 radiante que comprende las losetas superpuestas 11

y 12 es hacerlo de modo que la admitancia de la loseta 12 superior relacionada a la altura de la loseta 11 inferior sea la conjugada de la de esta última. Esta inversión de la admitancia se facilita por la presencia de la parte de guía de ondas de sección S1, que permite obtener un acoplamiento entre las dos losetas 11 y 12, permitiendo la adaptación de impedancia a la entrada del elemento 20 radiante. La sección S2 grande se dispone del lado de la loseta 12 superior. Esto permite minimizar la superficie metálica presentada alrededor de los elementos radiantes puestos en red cuando estos últimos funcionan en recepción, lo que reduce las reflexiones. Recíprocamente, en la emisión, esta característica permite reducir el TOE activo del elemento radiante en la mitad de la red.

Las figuras 4a y 4b ilustran dos variantes de realización de la loseta interior 11 según la invención, un ejemplo de loseta mono-polarización 11a y un ejemplo de loseta bipolarización 11b respectivamente. Las losetas inferiores 11a y 11b pueden estar grabadas sobre la cara delantera de un sustrato dieléctrico 14 constituido por dos capas formadas por los circuitos 141 y 142 unidos. La capa formada por el circuito 142, de grosor reducido al mínimo, se dispone del lado de la línea coaxial de alimentación del elemento 20 radiante. Esta estructura permite grabar sobre una de las dos capas, por ejemplo la formada por el circuito 142, y en su plano de unión, un disco 19 metálico conectado eléctricamente al núcleo 13 de la línea coaxial de alimentación. Este disco 19 en relación con el plano 17 de masa del elemento 20 radiante constituye una capacidad que permite compensar la inductancia en serie provocada por la longitud del núcleo 13 situado entre la loseta 11 y el plano 17 de masa. Esta corrección capacitiva permite centrar sobre el ábaco de Smith el lugar de la impedancia correspondiente al TOE activo en el eje del elemento 20 radiante en mitad de la red y de ese modo optimizarlo. Para obtener un elemento 20 radiante con una única polarización, la loseta 11a puede comprender un conjunto 41a de dos ranuras desmetalizadas dispuestas en las posiciones ilustradas por la figura 4a. El núcleo 13 puede estar entonces centrado sobre el eje de la loseta 11a y conectado lo más cerca posible de uno de los bordes radiantes en una posición 42a, de manera que se obtenga la impedancia más elevada posible a la frecuencia de resonancia de la loseta 11a y esto en ausencia de la loseta 12 superior. Para obtener un elemento 20 radiante con dos polarizaciones, la loseta 11b puede comprender un conjunto 41b de cuatro ranuras desmetalizadas dispuestas en las posiciones ilustradas en la figura 4b. El núcleo 13 puede estar centrado entonces sobre el eje de la loseta 11b en una posición 42b y el núcleo de una segunda línea coaxial puede estar centrado sobre el otro eje de la loseta 11b en una posición 43b. Las ranuras permiten limitar como mucho la dispersión en fase de la impedancia de entrada de la loseta 11 inferior, lo que contribuye a incrementar el ancho de banda de funcionamiento del elemento 20 radiante.

La figura 5 ilustra un ejemplo de realización de la loseta 12 superior según la invención. La loseta 12 superior está grabada sobre la cara del circuito impreso 15 en relación con la loseta interior 11. La loseta 12 está rodeada por cuatro elementos 121, 122, 123 y 124 parásitos que forman unas bandas cuya longitud es sensiblemente idéntica a la longitud del lado de la loseta 12. El papel de los elementos 121, 122, 123 y 124 parásitos es incrementar la dispersión en fase de la impedancia relacionada por la loseta 12 superior sobre la de la loseta interior 11. Contribuyen igualmente a incrementar la amplitud de banda de funcionamiento del elemento 20 radiante según la invención.

Las figuras 6a y 6b ilustran, mediante una vista desde arriba y una vista en sección en un plano vertical X, respectivamente, un ejemplo de dispositivo según la invención para eliminar las direcciones ciegas de la antena de red activa. En este ejemplo de realización, se disponen cuatro mosaicos elementales 61, 62, 63 y 64 en red. Los mosaicos de la antena están separados entre sí mediante una junta conductora 68 insertada entre los mosaicos. La junta 68 puede sustituirse por unos elementos brillantes. Cada uno de estos mosaicos está formado a su vez por una pluralidad de elementos radiantes dispuestos en red, siendo todos los dichos elementos radiantes idénticos al elemento 20 radiante según la invención descrito anteriormente. En este ejemplo de realización, se trata de elementos radiantes de una única polarización, que comprende una loseta inferior de dos ranuras del mismo tipo que la loseta 11a ilustrada en la figura 4a.

En el caso de una antena activa realizada con los elementos radiantes descritos anteriormente que incluyen un marco, el marco 10 completamente metálico y con una malla de red que permite un dominio de apuntado de $+0$ - 45 grados sin lóbulos de red, el campo de apuntado en el plano de barrido se limita, debido a la presencia de direcciones ciegas, a un máximo de $+0$ - 25 grados, más particularmente en la mitad alta de la banda de funcionamiento. Es posible resolver este problema modificando las corrientes de superficie que circulan sobre el marco entre los elementos radiantes. Para ello, el marco 10 puede realizarse ventajosamente de un material dieléctrico y metalizado sobre toda su superficie exterior, con excepción una ranura en forma de anillo grabada o mecanizada sobre la cara delantera del marco en el intervalo comprendido entre la embocadura en el marco y la malla de la red, como la ranura 65 y 66. Ventajosamente, la constante dieléctrica del material que constituye el marco puede estar próxima a la de los sustratos sobre los que están grabadas las losetas inferior y superior, como por ejemplo los sustratos de los que están constituidos los circuitos impresos 141 y 15.

Un motivo de vías (Vertical Interconnect Access), es decir un motivo de orificios metalizados, se puede realizar siguiendo la junta 68 conductora en el interior de los mosaicos, como unos vías 67 y 69. Ventajosamente, los vías pueden ser de un diámetro igual al grosor de la junta conductora 68. El papel de estos vías es restaurar la periodicidad de la red en los dos planos a la altura del marco y aunque la red esté constituida por mosaicos unidos.

El sustrato que lleva las losetas superiores se monta con el marco gracias a un adhesivo aislante tal como un adhesivo 70 con el fin de no cortocircuitar las ranuras, mientras que se utiliza un adhesivo conductor tal como un adhesivo 71 para la otra cara del marco.

- 5 Se realizan de ese modo unas cavidades alrededor de cada elemento radiante en el volumen del marco acoplado al exterior por las ranuras en anillo. Optimizando la longitud y el perímetro de estos últimos, es posible eliminar las direcciones ciegas en el plano E en un campo de apuntado igual a ± 45 grados en una banda superior al 10%.

REIVINDICACIONES

1. Una antena que comprende una pluralidad de mosaicos (61, 62, 63, 64) que forman un plano de antena, comprendiendo cada uno de dichos mosaicos una pluralidad de elementos (20) radiantes, comprendiendo cada elemento radiante una loseta (12) superior metálica dispuesta por encima de una loseta (11) inferior metálica, estando separadas las dos losetas por una capa (16) que las aísla eléctricamente, estando alimentada la loseta (11) inferior con corriente eléctrica
5 estando la antena **caracterizada porque** cada elemento (20) radiante comprende un marco (10) conductor dispuesto paralelamente al plano de antena y que enmarca las dos losetas (11, 12) de dicho elemento, estando acopladas electromagnéticamente las dos dichas losetas a través de la abertura de dicho marco cuyo cuerpo comprende una cara posterior S1 de pequeña sección dispuesta del lado de la loseta (11) inferior y una cara delantera S2 de sección mayor, siendo S2 superior a S1, estando dispuesta dicha cara delantera del lado de la loseta (12) superior, de manera que amplíe el campo angular de barrido de un haz en un plano ortogonal al plano de antena.
10
2. Antena según la reivindicación 1, **caracterizada porque** cada elemento (20) radiante puede comprender unos elementos (121, 122, 123, 124) parásitos que forman unas bandas paralelas a los bordes de la loseta (12) superior.
15
3. Antena según la reivindicación 1, **caracterizada porque** la loseta (11) inferior de cada elemento (20) radiante está alimentada con corriente eléctrica mediante un núcleo (13) de una línea coaxial cuya pantalla puede estar conectada a un plano (17) de masa dispuesto bajo dicha loseta inferior del lado opuesto a la loseta (12) superior, dicho núcleo comprende un disco (19) capacitivo dispuesto entre dicha loseta (11) inferior y dicho plano (17) de masa.
20
4. Antena según la reivindicación 3, **caracterizada porque** dicha loseta (11a) inferior comprende un conjunto (41a) de dos ranuras desmetalizadas, estando conectado dicho núcleo (13) a dicha loseta inferior en una posición (42a) centrada sobre un eje de simetría de dicha loseta inferior y lo más cercana a uno de sus bordes.
25
5. Antena según la reivindicación 3, **caracterizada porque** dicha loseta (11b) inferior comprende un conjunto (41b) de cuatro ranuras desmetalizadas, estando conectado dicho núcleo (13) a dicha loseta inferior en una posición (42b) centrada sobre un eje de simetría de dicha loseta inferior y estando conectado un núcleo de una segunda línea coaxial a dicha loseta inferior en una posición (43b) centrada sobre el otro eje de simetría de dicha loseta inferior.
30
6. Antena según la reivindicación 1, **caracterizada porque** los mosaicos (61, 62, 63, 64) están separados por una junta (68) conductora.
35
7. Antena según la reivindicación 6, **caracterizada porque** comprende un motivo de orificios (67, 69) metalizados realizados en el interior de los mosaicos siguiendo la junta (68) conductora.
8. Antena según la reivindicación 1, **caracterizada porque** el marco (10) es de un material dieléctrico metalizado sobre toda la superficie externa del cuerpo del marco, con la excepción de una ranura (65) dispuesta sobre la cara delantera del marco.
9. Antena según la reivindicación 8, **caracterizada porque** la ranura (65) sobre la cara delantera del marco tiene forma de anillo.

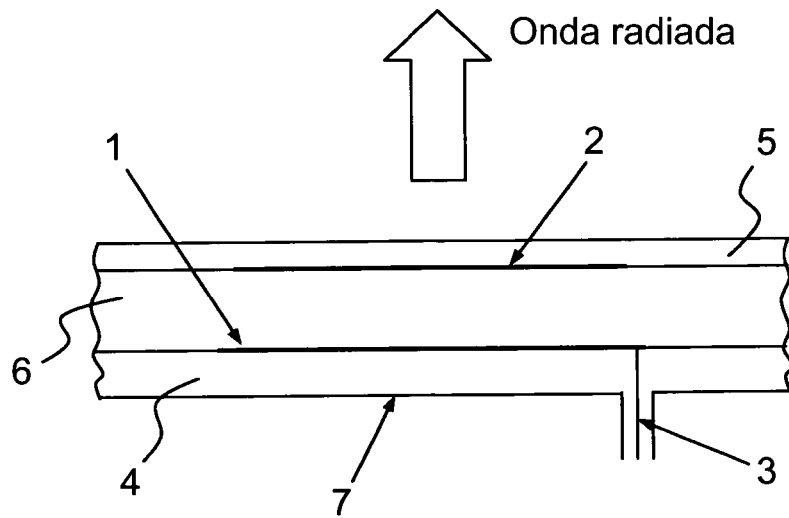


FIG.1

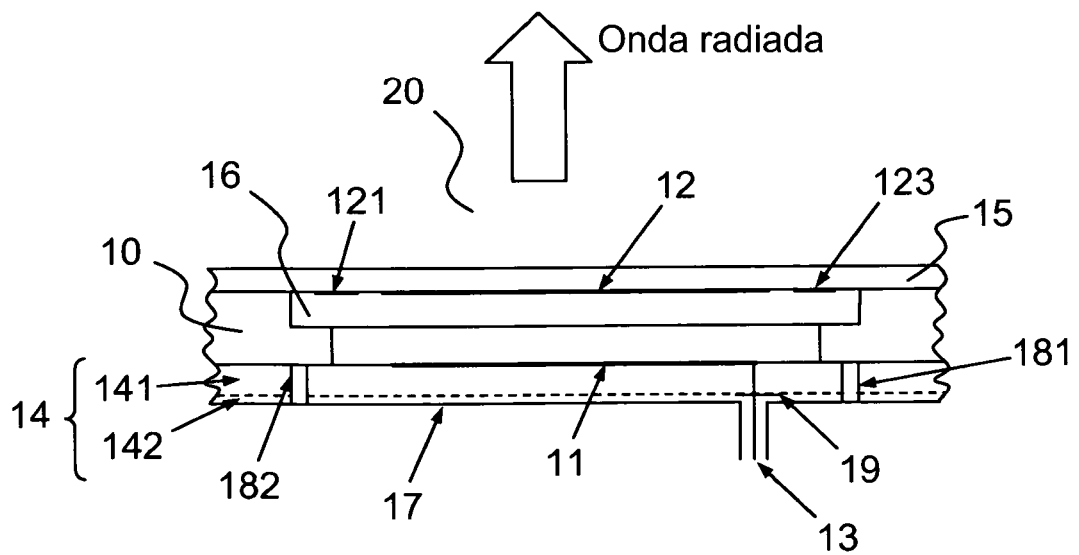


FIG.2

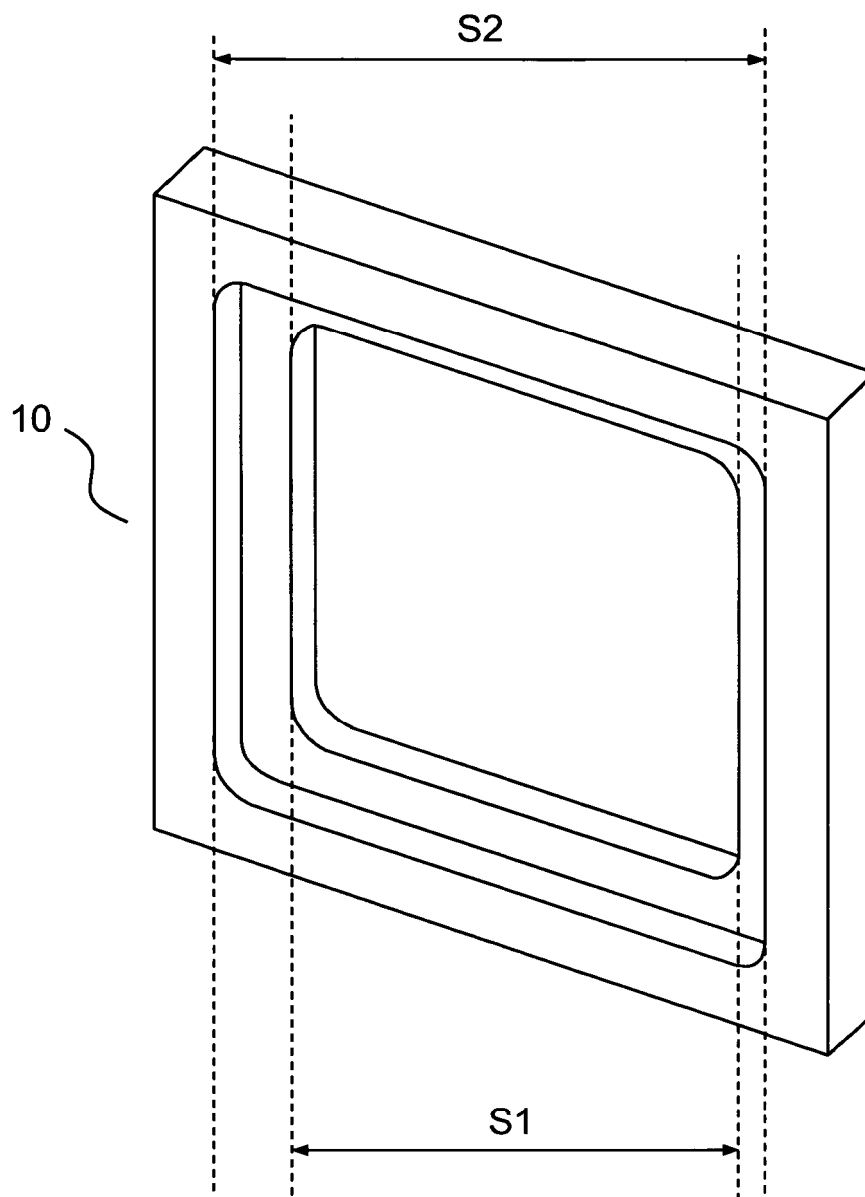
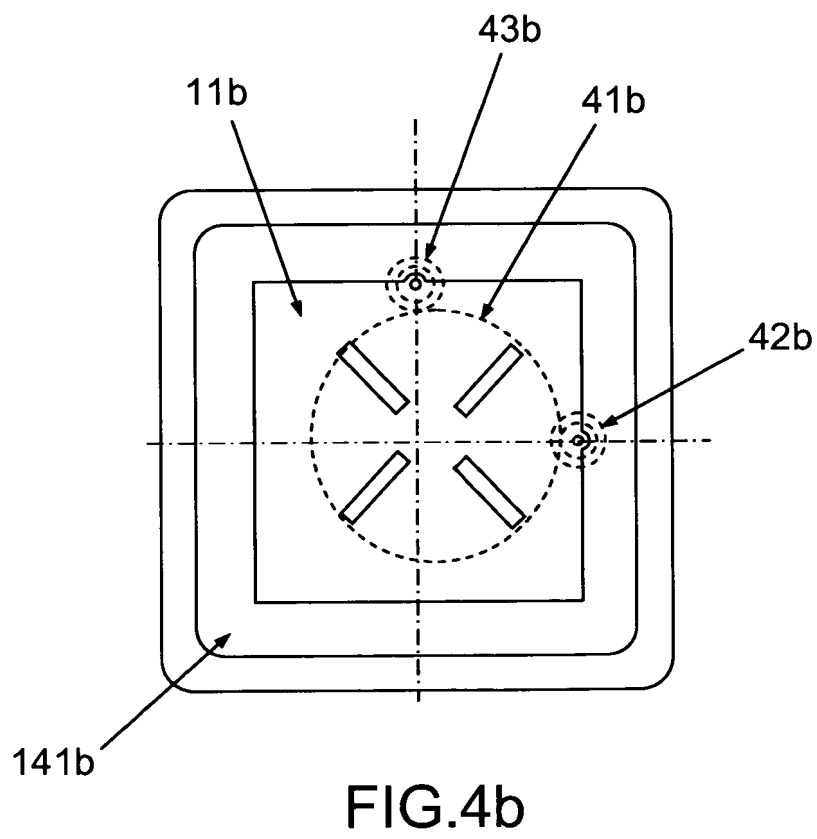
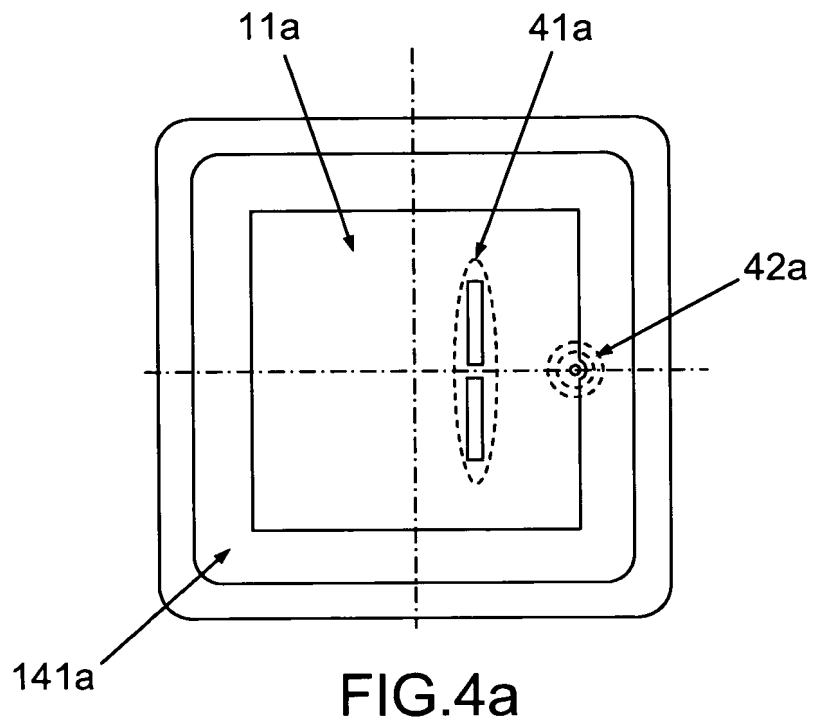


FIG.3



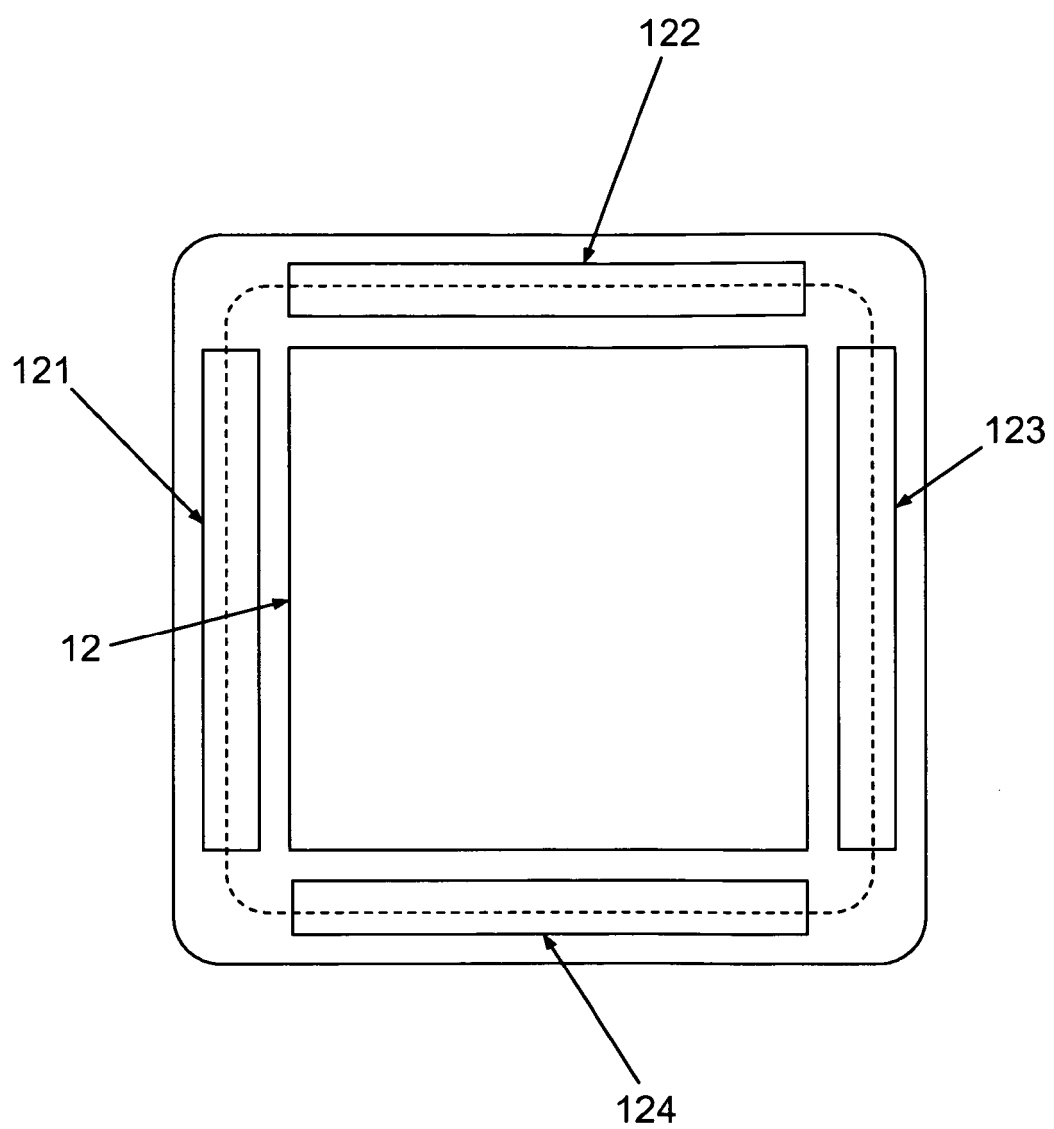


FIG.5

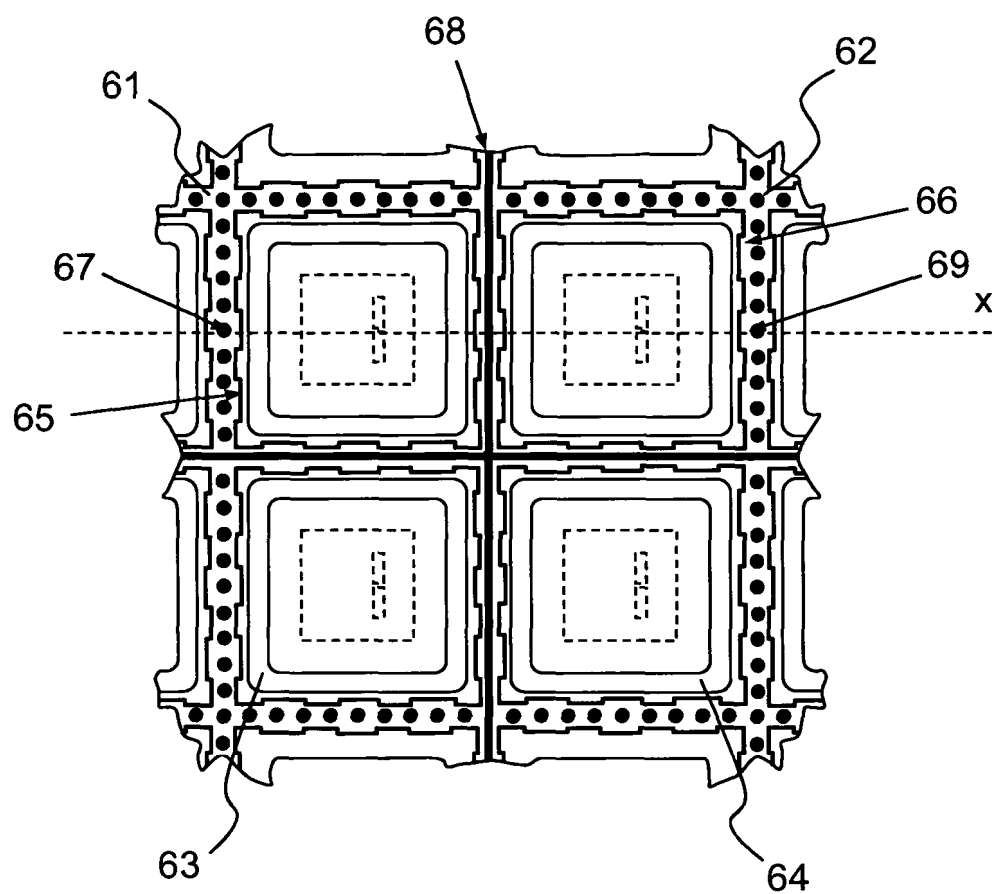


FIG.6a

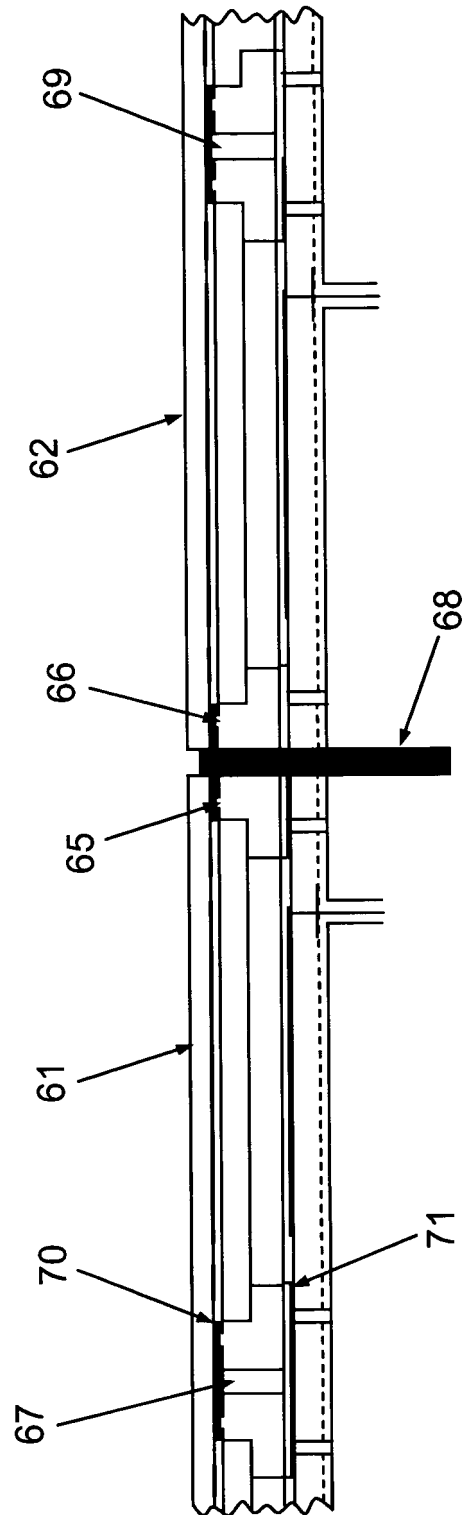


FIG.6b