

(19)



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11)

EP 0 829 923 B1

(12)

FASCICULE DE BREVET EUROPEEN

(45) Date de publication et mention
de la délivrance du brevet:
30.10.2002 Bulletin 2002/44

(51) Int Cl.7: **H01Q 23/00**, H01Q 21/00

(21) Numéro de dépôt: **97402082.8**

(22) Date de dépôt: **08.09.1997**

(54) **Dispositif à éléments rayonnants**

Vorrichtung mit Strahlerelementen

Device with radiating elements

(84) Etats contractants désignés:
DE ES GB IT

(30) Priorité: **16.09.1996 FR 9611252**

(43) Date de publication de la demande:
18.03.1998 Bulletin 1998/12

(73) Titulaire: **ALCATEL SPACE INDUSTRIES**
92000 Nanterre (FR)

(72) Inventeur: **Drevon, Claude**
31500 Toulouse (FR)

(74) Mandataire: **Smith, Bradford Lee et al**
Compagnie Financière Alcatel
Département Propriété Industrielle
30, Avenue Kléber
75116 Paris (FR)

(56) Documents cités:

EP-A- 0 497 249	EP-A- 0 621 653
EP-A- 0 634 808	EP-A- 0 680 112
EP-A- 0 738 023	FR-A- 2 710 195
US-A- 5 262 794	

- **PARFITT A J ET AL: "A CHIP SCALE APPROACH TO MONOLITHIC MICROWAVE INTEGRATED CIRCUIT ANTENNA DESIGN FOR MILLIMETER WAVELENGTH ARRAYS" PROCEEDINGS OF THE ANTENNAS AND PROPAGATION SOCIETY INTERNATIONAL SYMPOSIUM (APSYS), CHICAGO, JULY 20 - 24, 1992, vol. 4, 20 juillet 1992, INSTITUTE OF ELECTRICAL AND ELECTRONICS ENGINEERS, pages 1914-1917, XP000340076**

EP 0 829 923 B1

Il est rappelé que: Dans un délai de neuf mois à compter de la date de publication de la mention de la délivrance du brevet européen, toute personne peut faire opposition au brevet européen délivré, auprès de l'Office européen des brevets. L'opposition doit être formée par écrit et motivée. Elle n'est réputée formée qu'après paiement de la taxe d'opposition. (Art. 99(1) Convention sur le brevet européen).

Description

[0001] La présente invention concerne de manière générale un dispositif à éléments rayonnants, tel qu'une antenne, ainsi qu'un procédé de fabrication d'un tel dispositif. L'antenne est par exemple destinée à être intégrée dans un satellite.

[0002] Le brevet américain US-A-4 987 425 décrit une antenne active à structure porteuse incluant des circuits électroniques et des éléments rayonnants, ou patches. La structure porteuse est réalisée en un matériau de fibre de carbone qui est métallisé sur sa surface. Cette structure porteuse définit une pluralité de cellules élémentaires closes disposées matriciellement à la manière d'un "nid d'abeilles". Des circuits électroniques sont disposés à l'intérieur de ces cellules. Sur sa surface supérieure, la structure porteuse supporte un corps d'antenne sur lequel sont fixés des éléments rayonnants. Chaque élément rayonnant rayonne en réponse à la réception d'un signal de sortie produit par un circuit électronique. La surface inférieure de la structure porteuse définit un fond supportant des éléments de liaison conducteurs propres à appliquer des signaux d'entrée aux circuits électroniques.

[0003] L'antenne décrite dans ce document de la technique antérieure présente l'inconvénient principal d'une structure complexe qui requiert de nombreuses étapes de fabrication.

[0004] Afin de remédier à ces inconvénients, un premier objectif de l'invention est de fournir un dispositif à éléments rayonnants dont la structure est considérablement simplifiée comparativement à la technique antérieure. Un autre objectif de l'invention est de fournir un procédé de fabrication d'un tel dispositif, le procédé ne comprenant qu'un nombre réduit d'étapes comparativement à la technique antérieure.

[0005] A cette fin, un dispositif à éléments rayonnants comprenant:

- une structure porteuse définissant une pluralité de cellules élémentaires;
- au moins un circuit électronique;
- des moyens de liaison pour fournir audit circuit électronique au moins un signal d'entrée, et
- au moins un élément rayonnant qui est connecté à une sortie dudit circuit électronique, pour rayonner en réponse à la réception d'un signal produit en sortie dudit circuit électronique,

est caractérisé en ce que ledit circuit électronique est enrobé dans un matériau diélectrique, pour former un module électronique de type hyperfréquence comportant une pluralité de structures élémentaires empilées formant bloc, chaque structure comportant une couche diélectrique inférieure sur la surface supérieure de laquelle est disposé un circuit intégré, et en ce que ledit élément rayonnant est disposé directement sur une première face dudit module.

[0006] Ainsi, la constitution du dispositif est considérablement simplifiée en ce qu'il ne comprend pas notamment un corps d'antenne pour supporter les éléments rayonnants.

[0007] Avantageusement, les moyens de liaison comprennent des moyens de contact point à point répartis sur une seconde face dudit module qui est opposée à ladite première face et sur un support, de type circuit imprimé, sur lequel est rapportée la structure porteuse.

[0008] En outre, de la résine peut être utilisée pour maintenir le module à l'intérieur de la cellule.

[0009] Un procédé de fabrication d'un dispositif selon l'invention prévoit que l'on introduit au moins un module électronique, sur la première face duquel est disposé un élément rayonnant, dans une cellule respective d'une structure porteuse incluant une pluralité de cellules élémentaires, et l'on rapporte la seconde face du module portant des premiers moyens de contact sur le support portant des seconds moyens de contact de sorte à établir des contacts point par point entre lesdits premiers et seconds moyens de contact.

[0010] Il peut en outre être prévu que l'on injecte une résine dans le volume de la cellule non occupé par le module, pour maintenir le module à l'intérieur de la cellule.

[0011] D'autres caractéristiques et avantages de la présente invention apparaîtront plus clairement à la lecture de la description qui suit, en référence aux dessins annexés correspondants, dans lesquels:

- la figure 1 montre un module électronique utilisé pour la mise en oeuvre de l'invention;
- la figure 2 montre une vue partielle en coupe transversale d'une antenne selon la présente invention; et
- la figure 3 est une vue du dessus d'une portion d'antenne selon l'invention.

[0012] L'invention sera décrite ci-dessous dans le cadre particulier de la réalisation d'une antenne bien qu'elle puisse s'appliquer à la réalisation de tout dispositif électronique basé sur un assemblage de modules parallélépipédiques au moyen d'une structure porteuse.

[0013] En référence à la figure 1, l'invention utilise des modules électroniques 1, de type hyperfréquence. De manière générale, chaque module 1 comprend au moins un circuit électronique hyperfréquence enrobé dans un matériau diélectrique et formant ensemble un bloc.

[0014] Selon un exemple de réalisation non limitatif, le module est tel que décrit dans la demande de brevet français n°96-04249 déposée le 4 avril 1996 au nom de la présente demanderesse, et incluse par référence dans la présente demande. Dans cette réalisation, un module 1 comprend une pluralité de structures élémentaires empilées formant bloc enrobées dans un matériau diélectrique. Chaque structure élémentaire comprend une couche diélectrique inférieure sur une surfa-

ce supérieure de laquelle est disposé un circuit intégré, et une couche diélectrique supérieure recouvrant le circuit. Une connexion pour connecter un premier circuit intégré monté sur une couche diélectrique d'une première structure parmi la pluralité de structures à un second circuit intégré monté sur une couche diélectrique d'une seconde structure parmi la pluralité de structures, est constituée (a) - d'une ligne coplanaire d'entrée disposée sur la surface supérieure de la couche diélectrique inférieure de la première structure, (b) - une ligne coplanaire de sortie disposée sur la surface supérieure de la couche diélectrique inférieure de la seconde structure, et (c) - une ligne coplanaire de liaison reliant une extrémité de la ligne coplanaire d'entrée et une extrémité de la ligne coplanaire de sortie.

[0015] Une liaison entre la sortie (ou entrée) de l'un ou du seul circuit électronique dans un module 1 et un élément rayonnant 2 est assurée par exemple par une ligne microruban (non représentée). Selon l'invention, pour au moins l'un des modules 1 de l'antenne, l'élément rayonnant 2 est disposé directement sur une première face de ce module, sur la surface du matériau diélectrique enrobant, et est fixée par exemple par collage sur cette face du module. Ainsi la fabrication de l'antenne recourt à des modules élémentaires portant chacun sur l'une de ses faces un élément rayonnant 2.

[0016] En référence aux figures 2 et 3, l'antenne utilise une structure porteuse 4 définissant une pluralité de cellules élémentaires à trou débouchant 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, et 48 à l'intérieur d'au moins l'une desquelles cellules est introduit un module électronique 1 et son élément rayonnant associé 2. La structure porteuse est par exemple en Magnésium et a avantageusement pour fonction d'assurer à la fois une fonction de dissipation de chaleur et de blindage électromagnétique entre les modules 1 qui sont introduits dans des cellules voisines.

[0017] Les cellules élémentaires 40-48 sont disposées matriciellement à la manière d'un "nid d'abeilles", chaque cellule étant délimitée par quatre parois de la structure porteuse 4 et prenant une forme générale de parallélépipède.

[0018] Lors de la fabrication d'une antenne selon l'invention, chaque module 1, portant un élément rayonnant 2 sur l'une de ces faces, est introduit dans une cellule respective de la structure porteuse 4. Si le module possède un volume inférieur au volume de la cellule dans laquelle il est introduit, une résine, typiquement en matériau diélectrique, 10 est introduite dans le volume de la cellule 40-48 non occupé par le module 1, pour maintenir le module à l'intérieur de la cellule 40-48. Il peut néanmoins être prévu d'usiner chaque module 1 de sorte que son volume coïncide avec celui d'une cellule. Dans ce cas, aucune adjonction de résine n'est requise.

[0019] Chaque module 1 porte sur une face opposée à la face sur laquelle est disposé l'élément rayonnant 2, des éléments de contact 11, 12 et 13. Les circuits élec-

troniques, typiquement hyperfréquences, inclus dans un module 1, reçoivent des signaux d'alimentation à basse fréquence BF ainsi que des signaux utiles à haute fréquence HF. L'alimentation en signaux HF d'un circuit électronique dans un module 1 s'effectue par exemple au moyen de lignes coplanaires, de vias métallisés, de lignes microrubans, etc... tandis que l'alimentation en signal BF d'un tel circuit s'effectue au moyen d'une liaison filaire. Des extrémités, ou points de contact, 11, 12 et 13 de ces lignes coplanaires, vias métallisés, liaisons filaires, saillent sur une face, dite seconde face, du module 1 qui est opposée à la face sur laquelle est disposé l'élément rayonnant 2.

[0020] L'antenne comprend également un support, de type circuit imprimé, 3 sur une surface principale duquel saillent des extrémités, ou points de contact, 31-33 destinés à être mis en contact avec les points de contact correspondants saillant 11-13 du module 1. Les points de contact saillant sur la surface principale du support sont des extrémités de ligne coplanaire, liaison filaire connectées à des sources de génération de signal, tel que signal d'alimentation ou signal HF.

[0021] Pour établir des connexions entre les points de contact 11-13 saillant sur la seconde face du module 1 et les points de contact 31-33 saillant sur la face principale du support 3, l'on rapporte la structure porteuse 4, dans les cellules 40-48 de laquelle ont été préalablement introduits les modules 1, sur le support 3 portant les points de contact 31-33 de sorte à établir des contacts point par point respectivement entre les points de contact 11-13 et les points de contact 31-33.

Revendications

1. Dispositif à élément rayonnant comprenant:

- une structure porteuse (4) définissant une pluralité de cellules élémentaires (40-48);
- au moins un circuit électronique (1);
- des moyens de liaison pour fournir audit circuit électronique au moins un signal d'entrée, et
- au moins un élément rayonnant (2) qui est connecté à une sortie dudit circuit électronique (1), pour rayonner en réponse à la réception d'un signal produit en sortie dudit circuit électronique (1),

caractérisé en ce que ledit circuit électronique est enrobé dans un matériau diélectrique, pour former un module électronique de type hyperfréquence comportant une pluralité de structures élémentaires empilées formant bloc, chaque structure comportant une couche diélectrique inférieure sur la surface supérieure de laquelle est disposé un circuit intégré, et **en ce que** ledit élément rayonnant (2) est disposé directement sur une première face dudit module (1).

2. Dispositif conforme à la revendication 1, **caractérisé en ce que** lesdits moyens de liaison comprennent des moyens de contact point à point (11-13; 31-33) répartis sur une seconde face dudit module (1) qui est opposée à ladite première face et sur un support (3), de type circuit imprimé, sur lequel est rapportée la structure porteuse (4).
3. Dispositif conforme à la revendication 1 ou 2, **caractérisé en ce qu'il** comprend, en outre, de la résine (10) dans un volume de ladite cellule non occupé par ledit au moins un module, pour maintenir ledit au moins un module (1) à l'intérieur de ladite cellule (40-48).
4. Dispositif conforme à l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce qu'il** constitue une antenne.
5. Procédé de fabrication d'un dispositif conforme à la revendication 2, **caractérisé en ce que** l'on introduit au moins un module électronique (1), sur la première face duquel est disposé un élément rayonnant (2), dans une cellule (40-48) respective d'une structure porteuse (4) incluant une pluralité de cellules élémentaires, et l'on rapporte la seconde face dudit au moins un module portant des premiers moyens de contact (11-13) sur le support portant des seconds moyens de contact (31-33) de sorte à établir des contacts point par point entre lesdits premiers et seconds moyens de contact.
6. Procédé conforme à la revendication 5, pour la fabrication d'un dispositif conforme à la revendication 3, **caractérisé en ce que** l'on injecte une résine (10) dans le volume de ladite cellule non occupé par ledit au moins un module, pour maintenir ledit au moins un module à l'intérieur de la cellule.

Patentansprüche

1. Strahlungselementvorrichtung, die folgendes aufweist:
 - eine Trägerstruktur (4), die eine Vielzahl von Elementarzellen (40-48) definiert;
 - mindestens einen elektronischen Schaltkreis (1);
 - Verbindungsmittel zur Lieferung von mindestens einem Eingangssignal an den elektronischen Schaltkreis, und
 - mindestens ein Strahlungselement (2), das zur Abstrahlung als Reaktion auf den Empfang eines als Ausgang des elektronischen Schalt-

kreises (1) erzeugten Signals mit einem Ausgang des elektronischen Schaltkreises (1) verbunden ist,

dadurch gekennzeichnet, daß der elektronische Schaltkreis unter Bildung eines elektronischen Moduls vom Ultrahochfrequenztyp, der eine Vielzahl von unter Bildung eines Blocks aufeinandergestellten Elementarstrukturen aufweist, von einem dielektrischen Material umhüllt ist, wobei jede Struktur eine dielektrische untere Schicht bildet, auf deren oberer Fläche ein integrierter Schaltkreis angeordnet ist, und dadurch, daß das Strahlungselement (2) direkt auf einer ersten Fläche des Moduls (1) angeordnet ist.

2. Vorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Verbindungsmittel Punkt-zu-Punkt-Kontaktmittel (11-13; 31-33) aufweisen, die auf einer zweiten Fläche des Moduls (1) verteilt sind, die sich der ersten Fläche gegenüber und auf einem Träger (3) des Typs einer gedruckten Schaltung befindet, auf den die Trägerstruktur (4) aufgesetzt ist.
3. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, daß** sie ferner das Harz (10) in einem Volumen der nicht durch das mindestens eine Modul besetzten Zelle aufweist, um das mindestens eine Modul (1) im Inneren der Zelle (40-48) zu halten.
4. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** sie eine Antenne darstellt.
5. Verfahren zur Herstellung einer Vorrichtung nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, daß** mindestens ein elektronisches Modul (1) eingebaut wird, auf dessen erster Fläche ein Strahlungselement (2) in einer Zelle (40-48) jeweils von einer Trägerstruktur (4), die eine Vielzahl von Elementarzellen enthält, angeordnet ist, und dadurch, daß die zweite Fläche des mindestens einen Moduls, die die ersten Kontaktmittel (11-13) auf dem Träger trägt, der die zweiten Kontaktmittel (31-33) trägt, so wiederholt wird, daß zwischen erstem und zweitem Kontaktmittel Punkt-zu-Punkt-Kontakte hergestellt werden.
6. Verfahren nach Anspruch 5 zur Herstellung einer Vorrichtung nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, daß** ein Harz (10) in das Volumen der Zelle, die nicht von dem mindestens einen Modul eingenommen wird, zum Halten des mindestens einen Moduls im Inneren der Zelle injiziert wird.

Claims

1. A device with radiating elements, including:

- a support structure (4) defining a plurality of unit cells (40-48); 5
- at least one electronic circuit (1);
- connection means for supplying at least one input signal to said electronic circuit, and
- at least one radiating element (2) which is connected to an output of said electronic circuit (1) to radiate in response to the reception of a signal produced at the output of said electronic circuit (1), 10

15

characterized in that said electronic circuit is encapsulated in a dielectric material to form a microwave electronic module including a plurality of stacked unit structures forming a block, each structure including a lower dielectric layer on whose upper surface is disposed an integrated circuit, and **in that** said radiating element (2) is disposed directly on a first face of said module (1). 20

2. A device according to claim 1, **characterized in that** said connection means include point-to-point contact means (11-13; 31-33) distributed over a second face of said module (1) which is opposite said first face and on a printed circuit support (3) to which the support structure (4) is attached. 25 30

3. A device according to claim 1 or claim 2, **characterized in that** it further includes resin (10) in a volume of said cell not occupied by said at least one module to retain said at least one module (1) inside said cell (40-48). 35

4. A device according to any preceding claim, **characterized in that** it constitutes an antenna. 40

5. A method of fabricating a device according to claim 2, **characterized in that** at least one electronic module (1), whose first face carries a radiating element (2), is introduced into a respective cell (40-48) of a support structure (4) including a plurality of unit cells, and the second face of said at least one module carrying first contact means (1.1-13) is attached to the support carrying second contact means (31-33) so as to establish point-by-point contacts between said first and second contact means. 45 50

6. A method according to claim 5, for fabricating a device according to claim 3, **characterized in that** a resin (10) is injected into the volume of said cell not occupied by said at least one module, to retain said at least one module inside the cell. 55

FIG. 1

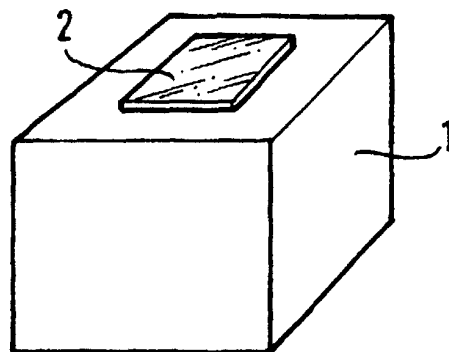


FIG. 2

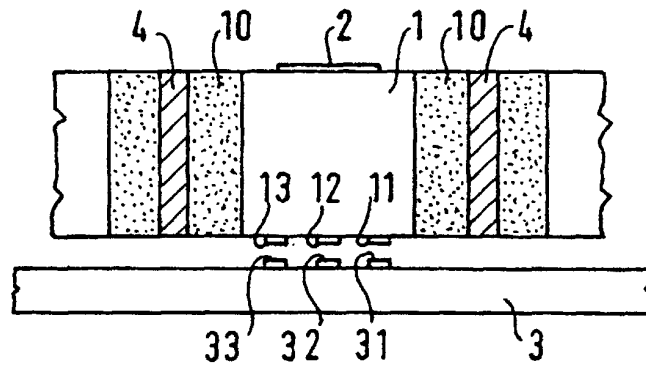


FIG. 3

