



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11) **EP 1 127 385 B9**

(12) **FASCICULE DE BREVET EUROPEEN CORRIGE**

Avis: La bibliographie est mise à jour

(15) Information de correction:
Version corrigée no 1 (W1 B1)
Corrections, voir page(s) 3

(48) Corrigendum publié le:
03.03.2004 Bulletin 2004/10

(45) Date de publication et mention
de la délivrance du brevet:
03.09.2003 Bulletin 2003/36

(21) Numéro de dépôt: **99950839.3**

(22) Date de dépôt: **26.10.1999**

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

(86) Numéro de dépôt international:
PCT/FR1999/002606

(87) Numéro de publication internationale:
WO 2000/026992 (11.05.2000 Gazette 2000/19)

(54) **PROCEDE DE REALISATION DE RECEPTEURS D'ONDES RADIOELECTRIQUES PAR
INTERCONNEXION DE CIRCUITS INTEGRES EN TROIS DIMENSIONS**

VERFAHREN ZUR REALISIERUNG VON EMPFÄNGEN FÜR ELEKTROMAGNETISCHE WELLEN
DURCH VERBINDEN VON INTEGRIERTEN SCHALTKREISEN IN DREI DIMENSIONEN

METHOD FOR PRODUCING RADIO-FREQUENCY WAVE RECEIVERS BY INTERCONNECTING
THREE DIMENSIONAL INTEGRATED CIRCUITS

(84) Etats contractants désignés:
DE FR GB

(30) Priorité: **03.11.1998 FR 9813814**

(43) Date de publication de la demande:
29.08.2001 Bulletin 2001/35

(73) Titulaire: **TDA ARMEMENTS S.A.S.**
45240 La Ferté Saint-Aubin (FR)

(72) Inventeurs:
• **CHAMUSSY, Xavier, Thomson-CSF Prop. Intell.**
94117 Arcueil Cedex (FR)

• **BIL, Pascal, Thomson-CSF Prop. Intell.**
94117 Arcueil Cedex (FR)
• **VAL, Christian, Thomson-CSF Prop. Intell.**
94117 Arcueil Cedex (FR)

(74) Mandataire: **Chaverneff, Vladimir**
THALES Intellectual Property
31-33 avenue Aristide Briand
94117 Arcueil Cédex (FR)

(56) Documents cités:
EP-A- 0 620 613 **FR-A- 2 670 323**
US-A- 5 219 377 **US-A- 5 367 308**
US-A- 5 764 189

EP 1 127 385 B9

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 un procédé de réalisation de récepteurs d'ondes radioélectriques par interconnexion de circuits intégrés en trois dimensions.

[0002] Elle s'applique notamment à la réalisation de récepteurs connus sous l'abréviation anglo-saxonne GPS de "Global Positioning System", ces récepteurs étant embarqués à bord de munitions de type obus ou missiles pour l'amélioration des tirs. L'invention peut toutefois être étendue à d'autres domaines, chaque fois qu'il y a nécessité d'utiliser un GPS ou un récepteur d'ondes radioélectriques dans un volume réduit où à l'intérieur de mobiles lorsque ceux ci sont soumis à des accélérations et décélérations importantes.

[0003] Développé initialement aux Etats-Unis d'Amérique pour des applications de défense en 1973, le GPS a révolutionné le monde de la navigation maritime et aérienne, pour entrer ensuite dans une ère d'application civile et de loisir notamment.

[0004] Grâce au GPS il est possible de recevoir, à chaque instant et à n'importe quel endroit sur la terre, au moyen d'un récepteur et d'une antenne, des signaux radios émis par au moins 6 satellites qui permettent à l'utilisateur de connaître sa position exacte en latitude, longitude et altitude.

[0005] Dans le domaine de l'artillerie, un GPS embarqué permet grâce à un transpondeur de transmettre des ordres de correction de trajectoire à partir d'une station au sol, ou de piloter directement un système de correction de trajectoire embarqué à partir de la position de l'obus et des coordonnées d'un objectif.

[0006] Cependant plusieurs difficultés s'opposent à cette mise en oeuvre. D'une part, les circuits électroniques doivent pouvoir fonctionner avec des contraintes d'accélération très sévères de 15 à 20 000 g pendant plusieurs millisecondes et d'autre part, le volume occupé par l'ensemble doit pour certains types de munitions être très réduit, de l'ordre de quelques dizaines de cm³ par exemple.

[0007] Pour résoudre ces problèmes une intégration en technologie à trois dimensions désignée ci-après technologie 3D, du type de celle décrite dans le brevet d'invention FR 2 670 323 et déposée au nom de Thomson-CSF, peut être envisagée.

[0008] Le procédé décrit consiste à réaliser l'interconnexion de pastilles semiconductrices empilées comportant chacune un circuit intégré.

[0009] Les pastilles semi-conductrices sont rendues solidaires les unes des autres par des plots de connexion. Les plots de connexion sont chacun reliés à l'une quelconque des faces de l'empilement sauf une, dite base qui est destinée à être en contact avec un substrat de circuit imprimé. La formation des connexions des pastilles entre elles est réalisée sur les faces de l'empilement par gravure laser.

[0010] L'application de ce procédé à la réalisation d'un GPS embarqué sur une munition ne permet pas de

satisfaire certaines contraintes volumiques, notamment à cause de la forme parallélépipédique des pastilles et de l'antenne qui est connectée à l'extérieur de celles-ci. Ceci a également pour effet de rendre le dispositif ainsi réalisé très vulnérable quand à sa résistance aux accélérations lors du coup d'envoi de la munition.

[0011] Le but de l'invention est de palier les inconvénients précités.

[0012] A cet effet, l'invention a pour objet un procédé de réalisation d'un récepteur d'ondes radioélectriques couplé à une antenne de réception par empilement de pastilles semiconductrices contenant chacune au moins un circuit intégré et comportant des plots de connexion pour raccorder les pastilles entre elles, caractérisé en ce qu'il consiste à métalliser la surface extérieure des pastilles empilées pour créer un plan de masse de l'antenne du récepteur, à recouvrir le plan de masse par un matériau diélectrique, à métalliser la surface du matériau diélectrique et à graver l'antenne du récepteur sur la surface métallisée obtenue.

[0013] L'invention à également pour objet une utilisation du procédé à la mise en oeuvre d'un récepteur GPS embarqué dans une munition.

[0014] L'invention a principalement pour avantage qu'elle permet une mise en oeuvre de récepteurs d'ondes radioélectrique embarqués à bord de munitions qui leur confère une fiabilité suffisante pour résister aux accélérations aux quelles sont soumis les munitions. De ce fait elle permet d'assurer une plus grande efficacité aux tirs de longue portée car il est connu qu'en l'absence de dispositif de correction de trajectoire, cette efficacité diminue très vite avec la portée de la munition en raison des erreurs de justesse et de dispersion.

[0015] On sait en effet qu'au-delà de 15 km il y a nécessité de corriger la trajectoire alors que pour mettre à distance de sécurité des unités d'artillerie des contre-batteries adverses il faut actuellement envisager des portées de 35 km. A 35 km l'écart type sur la portée est d'environ 600 m et l'écart type latéral est d'environ 200 m.

[0016] Aussi la mise en oeuvre selon l'invention d'un récepteur d'onde radioélectrique par empilement de pastilles semi-conductrices comportant une antenne gravée sur la surface externe des pastilles constitue un bon moyen pour constituer un système d'aide à la navigation embarqué capable de localiser la munition sur sa trajectoire et d'effectuer une correction de trajectoire pour que la munition puisse atteindre son objectif.

[0017] D'autres caractéristiques et avantages de l'invention apparaîtront dans la description qui suit faite en regard des dessins annexés qui représentent :

La figure 1 les différentes étapes du procédé selon l'invention sous la forme d'un organigramme.

La figure 2 un mode de réalisation de câblage sur film TAB où TAB est l'abréviation anglo-saxonne de "Tape Automated Bonding".

La figure 3 un module intégré sans les antennes.

La figure 4 un module intégré avec le plan de masse de l'antenne.

La figure 5 un module intégré avec substrat de l'antenne.

La figure 6 un module GPS intégré en technologie 3D.

Les figures 6a, 6b, 6c différents modèles d'intégration.

[0018] Le procédé selon l'invention se déroule en 6 étapes référencées de 1 à 6 sur la figure 1.

[0019] L'étape 1 consiste à réaliser de façon connue sous forme de puces d'ASIC, abréviation anglo-saxonne de "Application Specific Integrated Circuit" les composants spécifiques au récepteur GPS.

[0020] Le câblage des puces ou des composants discrets est réalisé à l'étape 2 sur des circuits imprimés souples type polyamide, époxy ou encore sur film selon le procédé connu sous l'abréviation anglo-saxonne TAB de "Tape Automated Bonding". Pour un récepteur GPS ces films peuvent être au nombre de quatre, un film 7 d'alimentation, deux films 8 et 9 contenant l'électronique de traitement du signal et un film 10 pour les circuits hyperfréquence.

[0021] Les films 7 à 10 sont enrobés à l'étape 3 dans une résine époxy pour former des pastilles. Au cours de l'étape 3 est également réalisé le découpage pastilles suivant la forme des fenêtres des films TAB et leur empilement les unes au dessus des autres pour former un module récepteur. Les interconnexions entre chaque niveau de film peuvent être réalisées suivant le procédé décrit dans le brevet FR 2 670 323 déjà cité. Après métallisation des faces des pastilles, les interconnexions entre pastilles sont effectuées par gravure laser et les pistes de conduction sont protégées par un dépôt isolant. L'empilage des pastilles est représenté à la figure 3, où les éléments homologues à ceux de la figure 2 sont représentés avec les mêmes références. Des plots 11 de raccordement du module sur un circuit imprimé extérieur non représenté, sont réalisés suivant le procédé connu sous l'abréviation BGA de "Ball Grid Array". Des sorties 12a, 12b de connexion du film hyper à l'antenne sont également réalisés.

[0022] L'étape 4 consiste à effectuer une métallisation représentée à la figure 4 des faces extérieures du module composé des pastilles empilées selon l'étape 3 pour créer le plan de masse de l'antenne.

[0023] A l'étape 5 un dépôt représenté à la figure 5 d'un matériau diélectrique à constante diélectrique élevée est effectué sur les faces du module, ce dépôt est suivi à l'étape 6 par une métallisation et une gravure des antennes 13_a, 13_b comme montré à la figure 6. Les antennes sont de préférence gravées tout autour du module de façon qu'il y ait toujours une antenne active, c'est-à-dire susceptible de recevoir des données du réseau de satellite GPS lorsque la munition fait une rotation sur elle-même.

[0024] Dans son principe la technologie 3D mise en

oeuvre permet d'envisager tout type de formes, et d'utiliser des antennes conformes ou des antennes à micro-ruban encore connue sous la désignation anglo-saxonne "patch" dont la gravure est réalisée à la surface des modules.

[0025] Les figures 6_a à 6_c montre différentes solutions d'intégration capables de satisfaire certaines contraintes volumiques.

[0026] La figure 6_a correspond à une réalisation de module cubique avec antennes "patch" disposées sur quatre faces du cube.

[0027] La figure 6_b correspond à une réalisation d'un module cylindrique avec une antenne ruban disposée tout a tour.

[0028] Enfin la réalisation de la figure 6_c est celle d'un module cylindro conique avec antenne multibrins.

[0029] La figure 7 représente un module GPS mis en oeuvre selon le procédé de l'invention, à l'intérieur d'une fusée d'artillerie. Suivant ce mode de réalisation le module GPS 14 est placé dans le nez de la fusée. On peut constater que sa dimension est très petite par rapport à la dimension longitudinale de la fusée qui dans cet exemple est de l'ordre de 145 mm, son diamètre maximum étant de l'ordre de 50 mm.

[0030] La description ci-dessus n'a été faite qu'à titre d'exemple non limitatif en s'appuyant sur une réalisation de type GPS, il va de soit que l'invention peut également s'appliquer à la miniaturisation de tout type de récepteur d'ondes radioélectriques chaque fois notamment que le récepteur est destiné à fonctionner dans un environnement mécanique sévère, tout en occupant un espace très réduit.

Revendications

1. Procédé de réalisation d'un récepteur d'ondes radioélectriques couplé à une antenne de réception, par empilement (3) de pastilles semiconductrices contenant chacune au moins un circuit intégré et comportant des plots de connexion pour raccorder les pastilles entre elles, **caractérisé en ce qu'il** consiste à métalliser (4) la surface extérieure des pastilles empilées pour créer un plan de masse de l'antenne du récepteur, à recouvrir (5) le plan de masse par un matériau diélectrique, à métalliser (6) la surface du matériau diélectrique et à graver l'antenne du récepteur sur la surface métallisée obtenue.
2. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** les pastilles semiconductrices sont obtenues par câblage de puces électronique sur film TAB suivi d'un enrobage dans une résine époxy.
3. Procédé selon les revendications 1 et 2, **caractérisé en ce qu'il** consiste à empiler les pastilles en les conformant pour former un cube.

4. Procédé selon la revendication 3, **caractérisé en ce qu'il** consiste à graver des antennes patch sur les faces du cube.
5. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 et 2, **caractérisé en ce qu'il** consiste à conformer les pastilles selon un cylindre.
6. Procédé selon la revendication 5, **caractérisé en ce qu'il** consiste à graver une antenne ruban tout au tour du cylindre.
7. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 et 2, **caractérisé en ce qu'il** consiste à empiler les pastilles en les conformant pour former un cône.
8. Procédé selon la revendication 7, **caractérisé en ce qu'il** consiste à graver les antennes à la surface du cône.
9. Utilisation du procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 8 à la mise en oeuvre d'un récepteur GPS embarqué dans une munition ou des récepteurs d'ondes radioélectriques.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung eines Funkempfängers, der an eine Empfangsantenne gekoppelt ist, durch Stapelung (3) von Halbleiterchips, die je mindestens eine integrierte Schaltung sowie Anschlußpunkte besitzen, um die Chips untereinander zu verbinden, **dadurch gekennzeichnet, daß** es darin besteht, die äußere Oberfläche der gestapelten Chips mit Metall zu beschichten (4), um eine Masse-Ebene des Empfängers zu bilden, die Masse-Ebene mit einem dielektrischen Material zu bedecken (5), die Oberfläche des dielektrischen Materials wieder mit Metall zu beschichten (6) und die Antenne des Empfängers in der so erhaltenen metallischen Oberfläche zu gravieren.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Halbleiterchips durch Verdrahtung von elektronischen Bausteinen auf TAB-Folien und anschließendes Einhüllen in ein Epoxyharz erhalten werden.
3. Verfahren nach Anspruch 1 und 2, **dadurch gekennzeichnet, daß** es darin besteht, die Chips so zu stapeln, daß sich ein Würfel ergibt.
4. Verfahren nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, daß** es darin besteht, Patch-Antennen auf die Würfelflächen zu gravieren.

5. Verfahren nach einem beliebigen der Ansprüche 1 und 2, **dadurch gekennzeichnet, daß** es darin besteht, die Chips zylindrisch zu formen.
6. Verfahren nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, daß** es darin besteht, eine Bandantenne rund um den Zylinder zu gravieren.
7. Verfahren nach einem beliebigen der Ansprüche 1 und 2, **dadurch gekennzeichnet, daß** es darin besteht, die Chips in Form eines Kegels zu stapeln.
8. Verfahren nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, daß** es darin besteht, die Antennen auf der Oberfläche des Kegels zu gravieren.
9. Verwendung des Verfahrens nach einem beliebigen der Ansprüche 1 bis 8 zur Realisierung eines GPS-Empfängers, der in eine Munition eingebaut ist, oder zur Realisierung von Funkempfängern.

Claims

1. Method for producing a radio-frequency wave receiver coupled to a reception antenna, by stacking (3) semiconductor wafers each containing at least one integrated circuit and comprising bonding pads to connect the wafers to each other, **characterized in that** it consists in metallizing (4) the outer surface of the stacked wafers to create a ground plane for the antenna of the receiver, in covering (5) the ground plane with a dielectric material, in metallizing (6) the surface of the dielectric material and in etching the antenna of the receiver on the metallized surface obtained.
2. Method according to Claim 1, **characterized in that** the semiconductor wafers are obtained by wiring electronic chips to TAB film followed by coating in an epoxy resin.
3. Method according to Claims 1 and 2, **characterized in that** it consists in stacking the wafers by arranging them to form a cube.
4. Method according to Claim 3, **characterized in that** it consists in etching patch antennas on the faces of the cube.
5. Method according to either of Claims 1 and 2, **characterized in that** it consists in arranging the wafers in the form of a cylinder.
6. Method according to Claim 5, **characterized in that** it consists in etching a strip antenna all around the cylinder.

7. Method according to either of Claims 1 and 2, **characterized in that** it consists in stacking the wafers by arranging them to form a cone.

8. Method according to Claim 7, **characterized in that** it consists in etching the antennas on the surface of the cone. 5

9. Use of the method according to any of Claims 1 to 8 for implementing a GAS receiver installed in a weapon or for implementing radio-frequency wave receivers. 10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

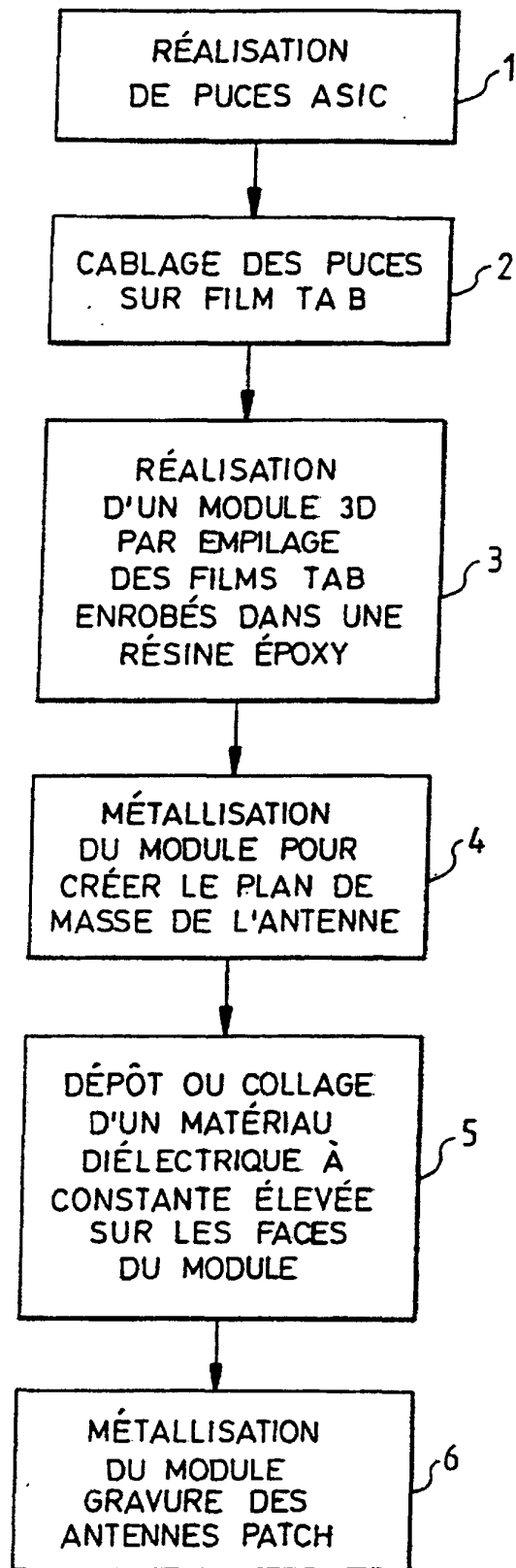


FIG.1

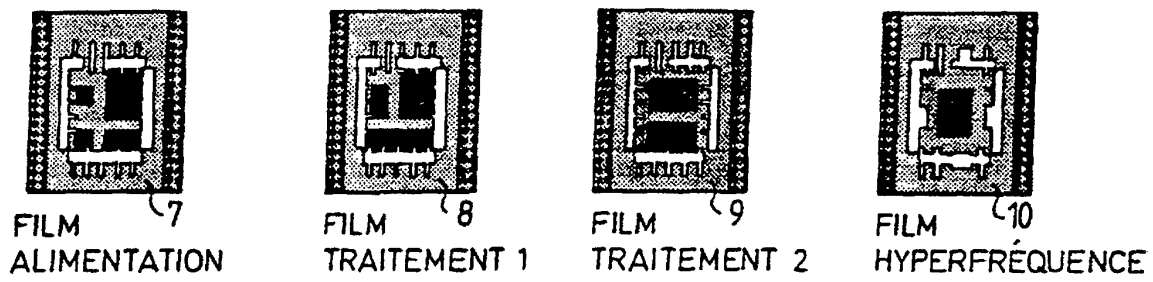


FIG. 2

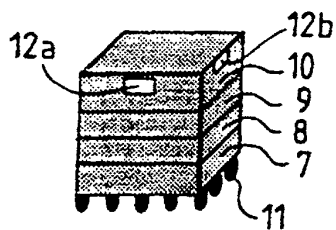


FIG. 3

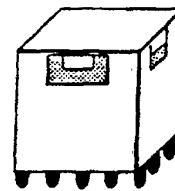


FIG. 4

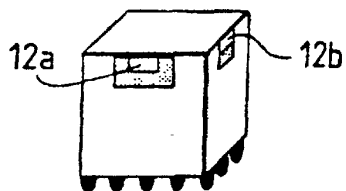


FIG. 5

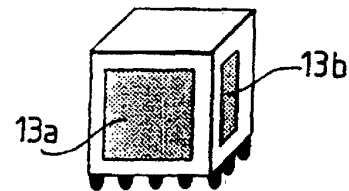


FIG. 6

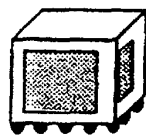


FIG. 6a

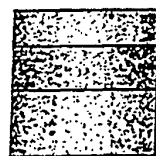


FIG. 6b



FIG. 6c

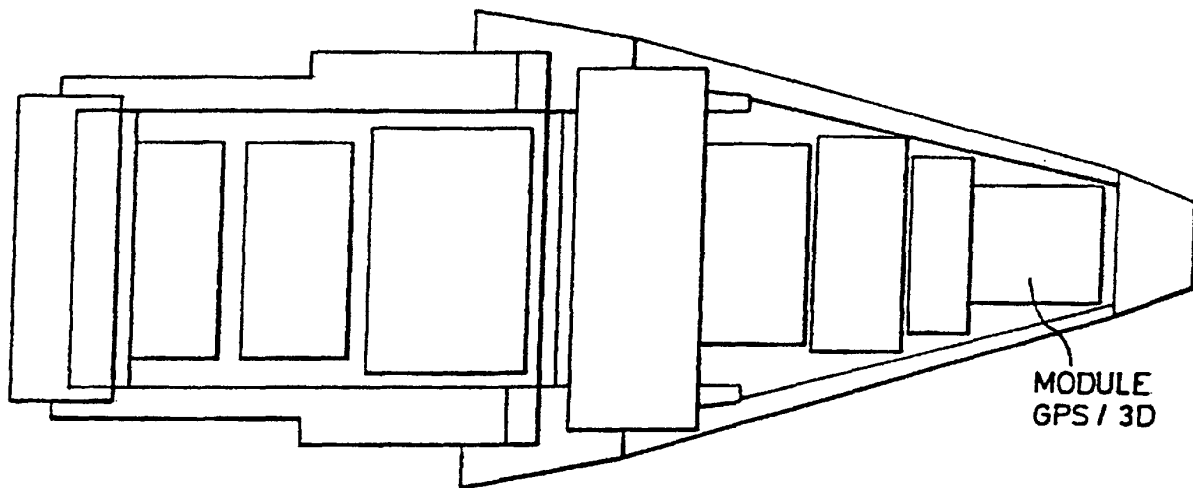


FIG.7