

⑫

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

⑫ Date de dépôt : 07.04.87.

⑬ Priorité :

⑭ Date de la mise à disposition du public de la demande : 14.05.93 Bulletin 93/19.

⑮ Liste des documents cités dans le rapport de recherche : *Le rapport de recherche n'a pas été établi à la date de publication de la demande.*

⑯ Références à d'autres documents nationaux apparentés :

⑰ Demandeur(s) : *ELECTRONIQUE SERGE DASSAULT Société Anonyme — FR.*

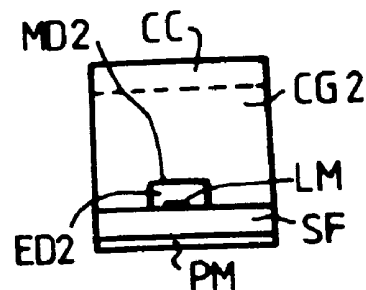
⑱ Inventeur(s) : Regnaudin François et Cauterman Michel.

⑲ Titulaire(s) :

⑳ Mandataire : Cabinet Netter.

① Déphaseur hyperfréquence.

② Dans un déphaseur hyperfréquence réciproque de technologie microruban, un substrat de Ferrite porte d'un côté un plan masse (PM) et de l'autre une ligne microruban (LM). Les branches latérales (CG2 et CD2) coopérant avec un fond (CC) pour définir un circuit magnétique viennent au contact direct du substrat de Ferrite (SF), en étant par exemple munies d'un évidement (ED2) au droit du passage de la ligne microruban (LM).



Déphaseur hyperfréquence.

L'invention concerne les déphaseurs hyperfréquence.

- 5 Ils servent notamment pour ajuster individuellement les lois de phases appliquées aux éléments d'une antenne réseau, en vue d'obtenir par exemple un balayage électronique.

Une extrémité du déphaseur est du côté de l'antenne réseau;  
10 son autre extrémité est du côté de circuits électroniques d'émission et/ou réception hyperfréquence. Le déphaseur est "réciproque" s'il fonctionne aussi bien dans le sens électronique vers antenne (émission) que dans le sens antenne vers électronique (réception).

- 15 Les déphaseurs modernes sont réalisés selon la technologie dite "ligne microruban" (microstrip). Leur substrat est un barreau plat de matériau Ferrite (en bref ferrite) portant sur sa face inférieure un plan de masse conducteur,  
20 et sur sa face supérieure la ligne conductrice microruban proprement dite.

- Le déphasage est obtenu en modifiant la perméabilité effective de la ferrite, et, par là, la vitesse de propagation  
25 du signal hyperfréquence dans le déphaseur. A cet effet, on fait varier l'intensité d'aimantation à l'intérieur de

la ferrite, à l'aide d'un circuit magnétique extérieur dit "circuit de commande".

Des déphaseurs à circuit de commande partagé sont décrits  
5 dans la publication Brevet FR-A-2 580 429.

Dans les dispositifs connus, le circuit de commande excite le substrat de Ferrite au travers du plan de masse de la ligne microruban. On évite ainsi des influences indésirables  
10 entre le circuit magnétique et la ligne microruban.

Cependant, le circuit magnétique se trouve alors, par nécessité, inclure deux entrefers, traversés par le plan de masse, dans lesquels celui-ci définit, de plus, deux spires  
15 en court-circuit.

Il en résulte que le temps de commutation obtenu avec un tel circuit de commande ne peut pas descendre en dessous d'une valeur minimum, de l'ordre de 50 microsecondes. Et  
20 il se produit une dissipation thermique importante, par courants de Foucault, lors des commutations.

La présente invention vient apporter une solution à ce problème.  
25

A cet effet, il est fait usage d'un dispositif déphaseur hyperfréquence, du type comprenant une structure de ligne de transmission de type microruban, comportant un barreau diélectrique de perméabilité magnétique variable, muni sur  
30 une face d'un plan de masse, et sur l'autre d'une ligne conductrice microruban proprement dite, ainsi qu'au moins un circuit magnétique de commande équipé d'un enroulement et interagissant avec le barreau.

35 Selon une caractéristique générale de l'invention, ce circuit magnétique vient au contact direct du barreau, sans interposition de surface conductrice.

De façon surprenante, la Demanderesse a en effet observé qu'il était possible de réaliser ce contact direct, en évitant les influences indésirables entre le circuit magnétique et la ligne microruban, que craignait jusqu'à présent l'homme de l'art.

Il semble nécessaire de prendre différentes précautions pour assurer le bon fonctionnement du dispositif. Il n'est pas possible à l'heure actuelle de définir ces précautions exhaustivement, ni de manière certaine.

Cependant, il semble important que les surfaces de contact entre le circuit magnétique et le barreau soient dressées, planes, et polies.

Il est également souhaitable que le circuit magnétique soit agencé pour engendrer une intensité d'aimantation homogène à l'intérieur du barreau.

Selon un premier mode de réalisation, une partie au moins du circuit de commande vient au contact du barreau du côté de sa ligne microruban.

En ce cas, il est particulièrement avantageux que le circuit de commande soit muni d'un évidement au droit de la ligne microruban. Mieux encore, cet évidement, métallisé, constitue avec la ligne microruban une ligne coaxiale en continuité d'impédance. Un fonctionnement semblable peut être obtenu en logeant dans l'évidement une ligne coaxiale rapportée, dont l'âme se connecte à la ligne microruban, laquelle est alors restreinte à l'intérieur du domaine délimité, sur la surface du barreau, par le circuit magnétique.

Selon un autre mode de réalisation, qui n'est pas incompatible avec le premier, une partie au moins du circuit de commande vient au contact du barreau du côté du plan de

masse, à des endroits où celui-ci est interrompu.

La ligne microruban elle-même peut conserver sa forme rectiligne habituelle.

5

Selon une variante, applicable aux différents modes de réalisation de l'invention, les bornes de la ligne microruban sont implantées latéralement par rapport au plan longitudinal du circuit de commande.

10

Une autre variante de l'invention consiste en ce que le dispositif comprend deux circuits de commande disposés de part et d'autre du barreau.

15 Pour sa part, la structure microruban peut être agencée selon la technologie dite "triplaque".

En ce cas, les deux circuits de commande peuvent être disposés du même côté du barreau.

20

Pour sa part, la ligne microruban peut être réalisée par métallisation directe du barreau.

En ce qui le concerne, le barreau peut être en matériau  
25 Ferrite hyperfréquence massif. Il peut aussi comprendre un empilement de matériau diélectrique dont l'un au moins est alors constitué de matériau Ferrite hyperfréquence.

De façon semblable, la ligne microruban peut elle aussi  
30 être recouverte d'une couche de diélectrique. Celle-ci étant métallisée, on obtient alors la structure triplaque. Dans le cas où deux circuits magnétiques sont utilisés, le diélectrique de couverture comprend du matériau ferrite hyperfréquence.

35

Enfin, l'un au moins des matériaux du circuit de commande d'une part et du barreau d'autre part est avantageusement

rémanent, de façon qu'une impulsion de commande appliquée à l'enroulement produise des effets durables quant au déphasage voulu.

5 D'autres caractéristiques et avantages de l'invention apparaîtront à l'examen de la description détaillée ci-après, et des dessins annexés, sur lesquels :

- les figures 1A à 1C représentent un dispositif selon la  
10 technique antérieure;

- les figures 2A à 2C représentent un premier dispositif selon l'invention;

15 - les figures 3A à 3C représentent un second dispositif selon l'invention;

- les figures 4A à 4C représentent un troisième dispositif selon l'invention;  
20

- les figures 5A à 5C représentent un quatrième dispositif selon l'invention;

- les figures 6A à 6C représentent un cinquième dispositif  
25 selon l'invention; et

- les figures 7A à 7C représentent un sixième dispositif selon l'invention.

30 Les dessins annexés comportent des éléments géométriques et/ou de caractère certain. En conséquence, ils pourront non seulement servir à mieux faire comprendre la description détaillée ci-après, mais aussi contribuer à la définition de l'invention, le cas échéant.

35

Sur les figures, on a généralement désigné par SF un barreau ou substrat de Ferrite hyperfréquence. Il s'agit là du maté-

riau bien connu des hommes de l'art pour réaliser des déphaseurs réciproques.

D'un côté du barreau SF est prévue une ligne microruban  
5 LM, rectligne sur les figures 1A à 1C. De l'autre est prévu un plan masse, qui couvre la totalité, ou la quasi-totalité de la face inférieure du barreau.

Les formes des éléments des dessins sont aisément identifia-  
10 bles, puisque chaque planche comporte trois vues correspondantes, selon les conventions du dessin industriel français.

Un déphaseur hyperfréquence connu (figures 1) comprend, du côté du plan masse, un circuit magnétique défini par  
15 un fond ou culasse CC, porteur d'un enroulement (non représenté pour simplifier), et deux branches latérales CG, à gauche, et CD, à droite, l'ensemble s'étendant perpendiculairement au plan de masse.

20 Cette disposition présente l'avantage d'éviter tout effet indésirable, sur la ligne microruban, du fait des courants circulant dans l'enroulement de commande.

Elle présente l'inconvénient, déjà relevé, que des parties  
25 du plan masse sont interposées entre le circuit magnétique et le barreau de ferrite SF dont il y a lieu de faire varier la perméabilité magnétique. Il s'ensuit des pertes par courants de Foucault, et l'impossibilité d'obtenir des temps de commutation très brefs.

30 Il en est d'autant plus ainsi lorsque l'un des éléments concernés, le barreau lui-même ou une partie au moins du circuit de commande, possède la rémanence voulue pour une commande par impulsions.

35 Dans un premier mode de réalisation de l'invention (figures 2), le circuit de commande est placé en partie supérieure,

c'est-à-dire du côté de la ligne microruban LM.

Les branches CG2 et CD2 du circuit magnétique sont munies d'évidements EG2 et ED2.

5

Comme visible sur la figure 2C, ces évidements sont suffisamment larges pour réduire l'influence du circuit magnétique sur la ligne microruban LM.

- 10 De préférence, une métallisation MD2 est prévue sur le contour externe de l'évidement tel que ED2, dans la branche CG2 du circuit magnétique.

Une variante, non représentée, consiste à rapporter à l'intérieur de l'évidement une ligne coaxiale dont l'âme traverse l'évidement, et dont le blindage vient s'approcher du contour de cet évidement.

Un autre mode de réalisation de l'invention est illustré sur les figures 3. Les branches CG et CD du circuit magnétique n'ont pas d'évidement, comme sur la figure 1, quoique ce circuit magnétique soit du côté de la ligne microruban LM.

25 Au lieu de sortir en bout du barreau SF, la ligne microruban sort par des bornes latérales BMG et BMD, comme visible sur la figure 3B.

Sur les figures 4, le circuit de commande n'a pas non plus d'évidement, et demeure du côté du plan masse. Cependant, la taille du plan masse est diminuée de façon que le circuit de commande soit en contact direct avec le substrat de ferrite SF.

35 De façon à maintenir le rôle du plan masse vis-à-vis de la ligne microruban, celle-ci sort latéralement par des bornes BMG et BMD (figure 4B), qui sont contenues entre



les deux plans verticaux limites définis par le plan masse PM.

La structure des figures 5 comporte deux circuits magnétiques de commande, l'un situé en haut, et l'autre en bas. La notation est la même que précédemment, avec le suffixe H pour le circuit de commande du haut et le suffixe B pour celui du bas.

10 Le circuit du bas est monté comme pour les figures 4. Celui du haut est monté comme pour les figures 3.

On décrira maintenant deux structures triplaques.

15 La structure triplaque des figures 6 est plus symétrique.

Un substrat de ferrite haut SFH et un substrat de ferrite bas SFB encadrent une ligne microruban LM munie de bornes latérales BMG et BMD. De part et d'autre, un plan masse haut PMH et un plan masse bas PMB s'étendent sur une partie seulement de la surface des barreaux SFH et SFB, respectivement, à l'extérieur.

25 Les circuits magnétiques haut CCH et bas CCB viennent au contact des barreaux à l'extérieur des plans masses.

On reconnaîtra aisément que ce mode de réalisation s'obtient par doublement de celui de la figure 4, autour d'un axe de symétrie passant dans la direction principale longitudinale de la ligne microruban LM.

30 Sur les figures 7, la structure triplaque est définie par un substrat de ferrite externe SE, et un substrat de ferrite interne SI, qui encadrent en sandwich la ligne microruban LM. Celle-ci est munie de bornes latérales BMG et BMD (figure 7B).

De part et d'autre des barreaux SI et SE sont prévus respectivement un plan masse interne PMI, qui ne couvre pas toute la surface du barreau SI, et un plan masse PME, qui peut au contraire couvrir toute la surface du barreau SE.

5

Un circuit magnétique externe (suffixe E) est alors défini avec la partie supérieure du barreau SE, donc du côté de la ligne microruban, conformément à la figure 3.

- 10 Un circuit de commande interne (suffixe I) est défini avec le barreau interne SI, du côté du plan masse PMI de ce barreau, lequel est réduit, conformément à la figure 4.

Bien entendu, la présente invention n'est pas limitée aux  
15 modes de réalisation décrits. Elle s'étend à toute variante conforme à son esprit.

On observera notamment que la présente invention n'est pas incompatible avec des circuits de commande partagés, tels  
20 que décrits dans la publication de brevet français FR-A2580429 déjà citée au nom de la Demanderesse.

## Revendications.

1. Dispositif déphaseur hyperfréquence, du type comprenant une structure de ligne de transmission de type microruban  
5 comportant un barreau diélectrique (SF) de perméabilité magnétique variable, muni sur une face d'un plan de masse (PM), et sur l'autre d'une ligne conductrice microruban proprement dite (LM), ainsi qu'au moins un circuit magnétique de commande équipé d'un enroulement et interagissant  
10 avec le barreau,

caractérisé en ce que ce circuit magnétique (CC, GC, CD) vient au contact direct du barreau.

15 2. Dispositif selon la revendication 1, caractérisé en ce que les surfaces de contact entre le circuit magnétique et le barreau sont dressées planes et polies.

3. Dispositif selon l'une des revendications 1 et 2, caractérisé en ce que le circuit magnétique est agencé pour engendrer une intensité d'aimantation homogène à l'intérieur du barreau.

4. Dispositif selon l'une des revendications 1 à 3, caractérisé en ce qu'une partie au moins du circuit de commande  
25 vient au contact du barreau du côté de la ligne microruban.

5. Dispositif selon la revendication 4, caractérisé en ce que le circuit de commande est muni d'un évidement au droit  
30 de celle-ci.

6. Dispositif selon la revendication 5, caractérisé en ce que l'évidement, métallisé, constitue avec la ligne microruban une ligne coaxiale en continuité d'impédance.

35 7. Dispositif selon la revendication 5, caractérisé en ce que l'évidement loge une ligne coaxiale rapportée dont l'âme

se connecte à la ligne microruban à l'intérieur du domaine délimité par le circuit magnétique.

8. Dispositif selon l'une des revendications 1 à 7, caractérisé en ce qu'une partie au moins du circuit de commande vient au contact du barreau du côté du plan de masse, à des endroits où celui-ci est interrompu.

9. Dispositif selon l'une des revendications 1 à 8, caractérisé en ce que les bornes de la ligne microruban sont implantées latéralement par rapport au plan longitudinal du circuit de commande.

10. Dispositif selon l'une des revendications 1 à 9, caractérisé en ce qu'il comprend deux circuits de commande disposés de part et d'autre du barreau.

11. Dispositif selon l'une des revendications 1 à 10, caractérisé en ce que la structure microruban est agencée en technologie dite "triplaque".

12. Dispositif selon la revendication 11, caractérisé en ce qu'il comporte deux circuits de commande disposés du même côté du barreau.

13. Dispositif selon l'une des revendications 1 à 12, caractérisé en ce que la ligne microruban est réalisée par métallisation directe du barreau.

14. Dispositif selon l'une des revendications 1 à 13, caractérisé en ce que le barreau comprend un empilement de matériaux diélectriques dont l'un au moins est constitué de matériau Ferrite hyperfréquence.

15. Dispositif selon l'une des revendications 1 à 14, caractérisé en ce que la ligne microruban est recouverte d'une couche de diélectrique.

16. Dispositif selon la revendication 15, caractérisé en ce que la ligne microruban est recouverte d'une couche de diélectrique métallisé constituant un circuit triplaque.

5

17. Dispositif selon la revendication 16, caractérisé en ce que le diélectrique de couverture comprend du matériau Ferrite hyperfréquence.

10

18. Dispositif selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que l'un au moins des matériaux du circuit de commande d'une part, et du barreau, d'autre part, est rémanent.

15

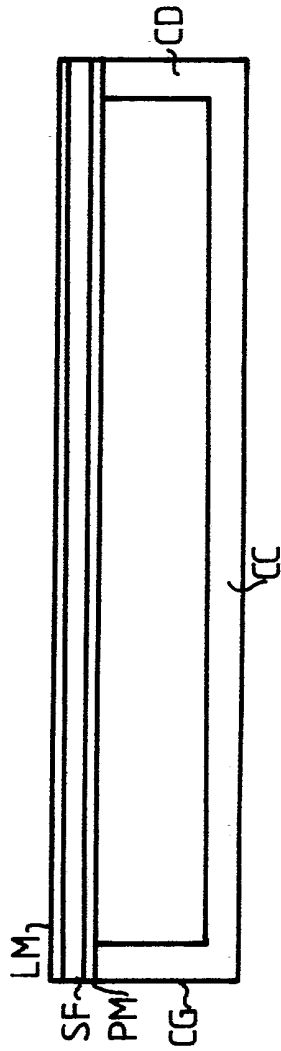


FIG. 1A

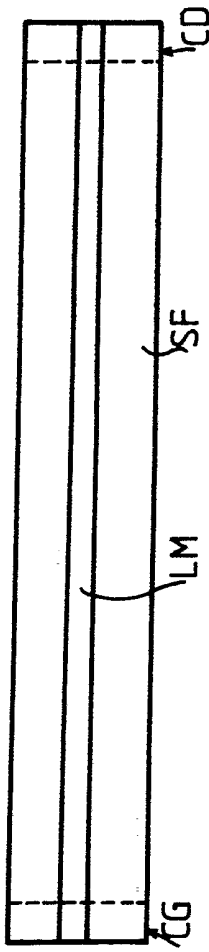


FIG. 1B

FIG. 1C

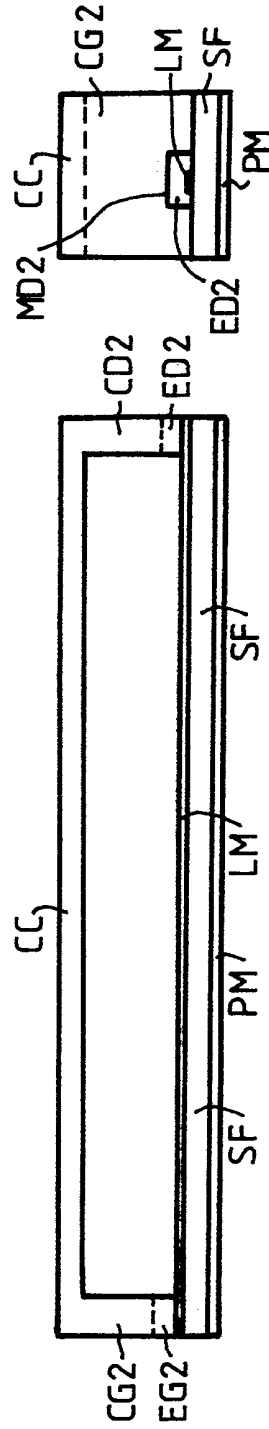
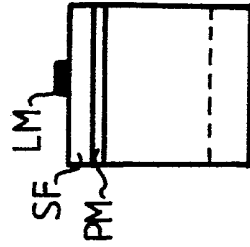


FIG. 2A

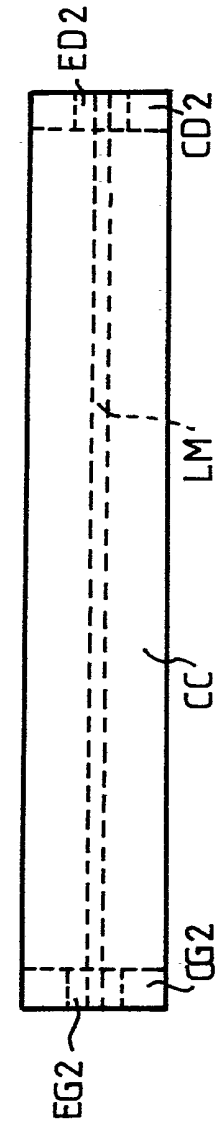
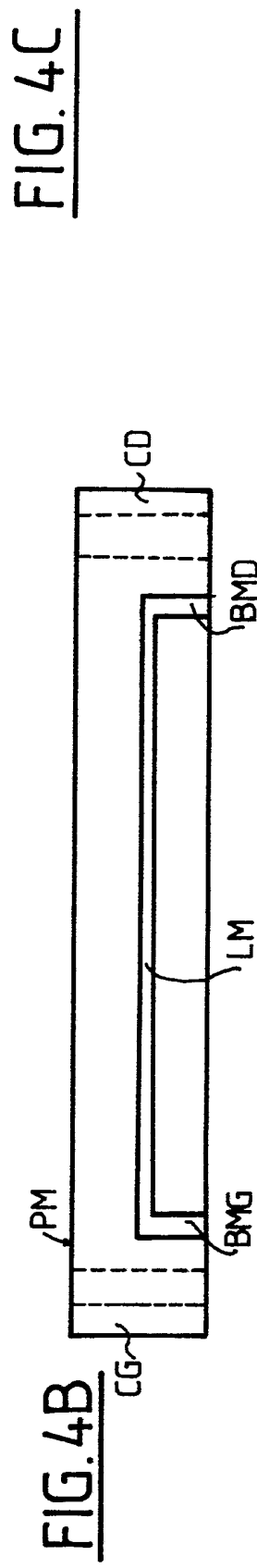
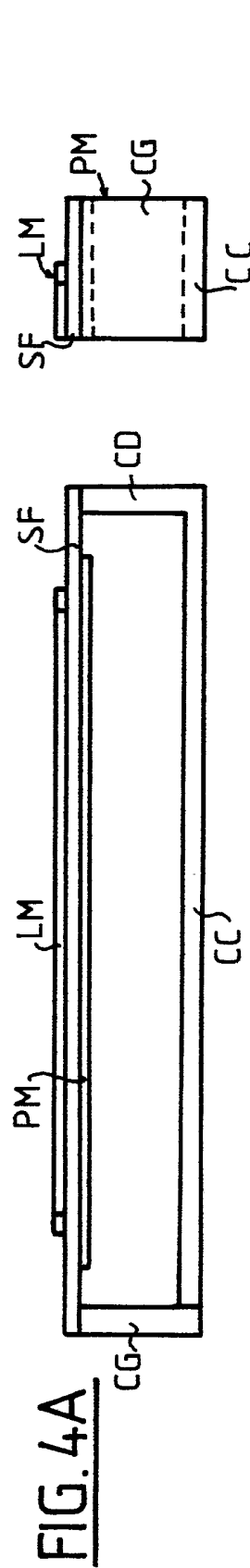
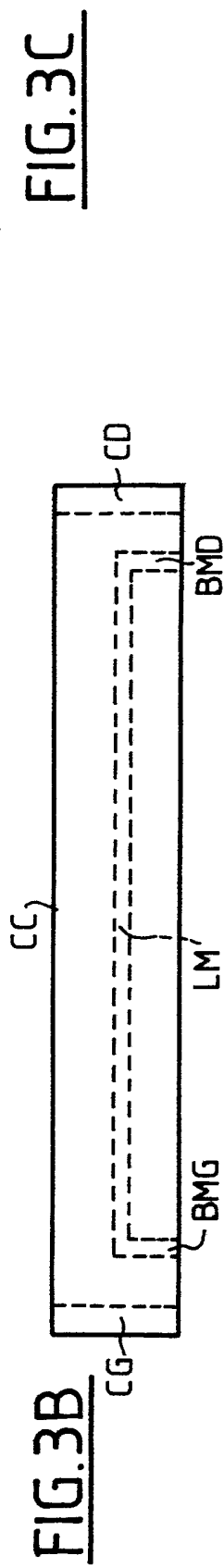
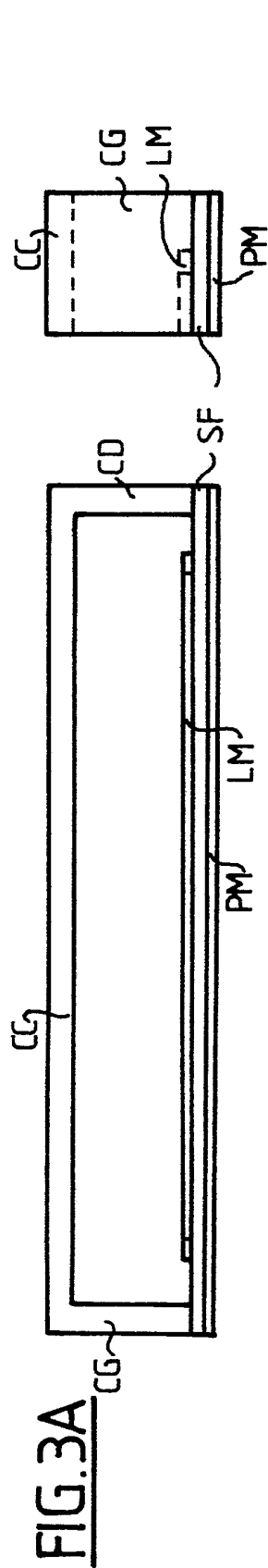
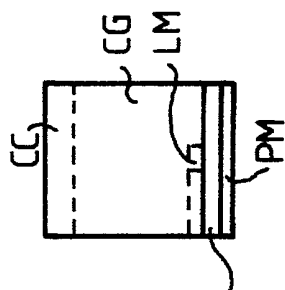
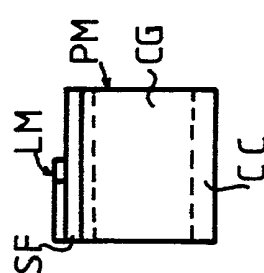
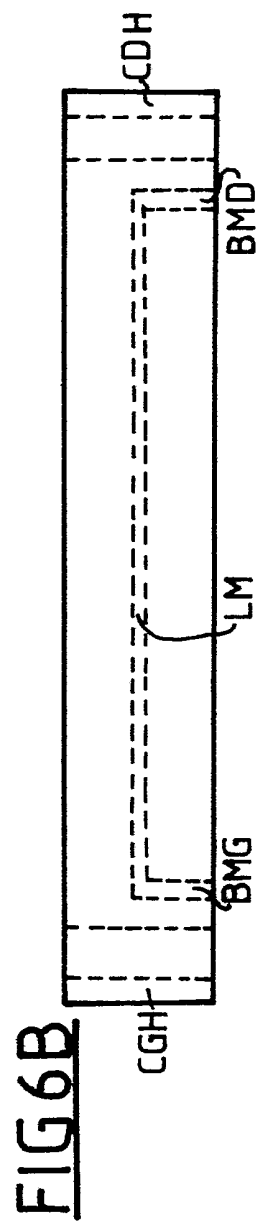
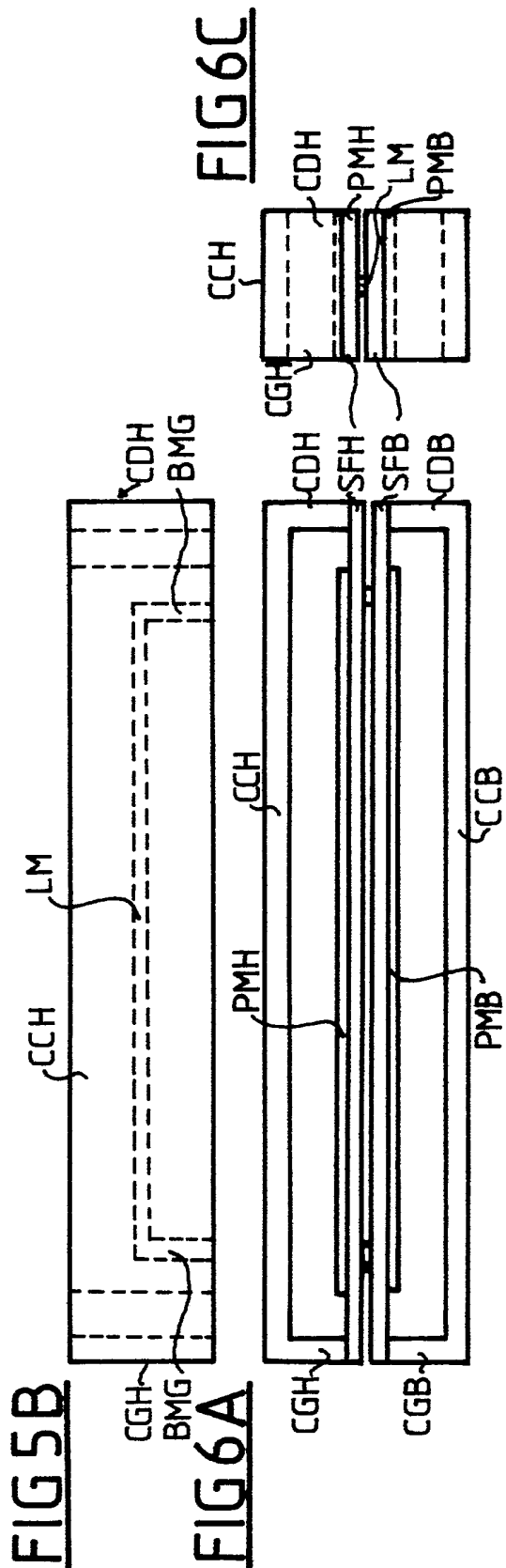
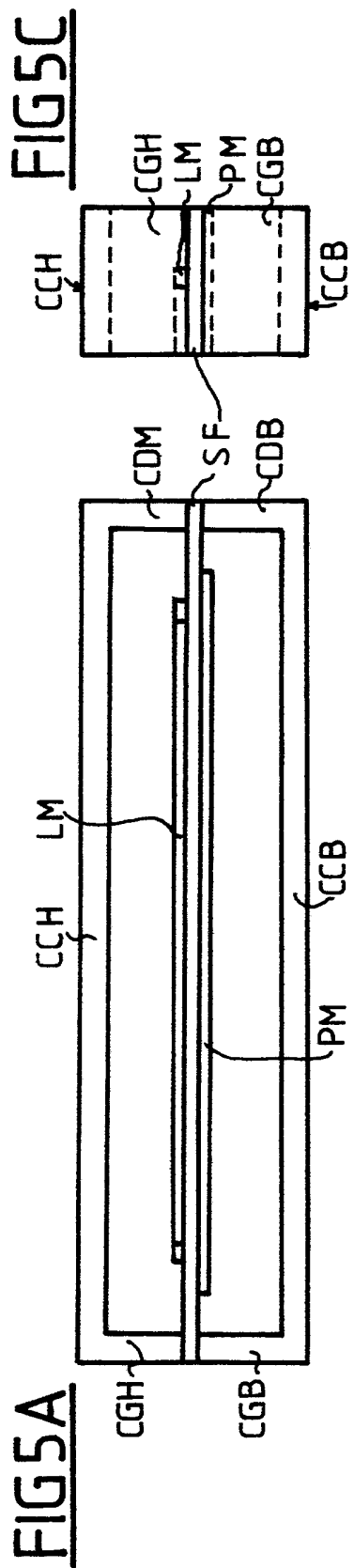


FIG. 2B

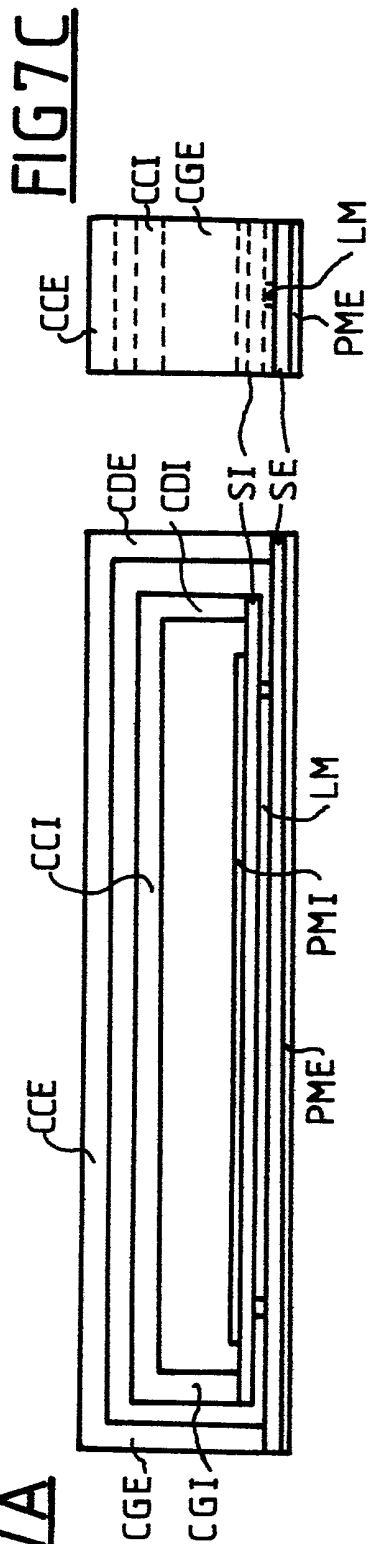
FIG. 2C

**FIG. 3C****FIG. 4C**

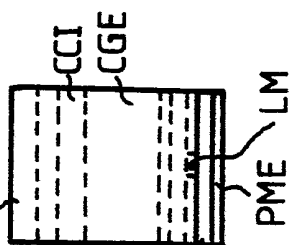




**FIG 7A**



**FIG 7C**



**FIG 7B**

