(19) RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE

PARIS

(11) N° de publication : **2 736 212**
(à n'utiliser que pour les commandes de reproduction)

(21) N° d'enregistrement national : **90 15724**

(51) Int Cl[6] : H 01 P 5/08, H 01 Q 9/16

(12) DEMANDE DE BREVET D'INVENTION A1

(22) **Date de dépôt** : 14.12.90.

(30) **Priorité** :

(43) **Date de la mise à disposition du public de la demande :** 03.01.97 Bulletin 97/01.

(56) **Liste des documents cités dans le rapport de recherche préliminaire :** *Ce dernier n'a pas été établi à la date de publication de la demande.*

(60) **Références à d'autres documents nationaux apparentés :**

(71) **Demandeur(s) :** *DASSAULT ELECTRONIQUE* — FR.

(72) **Inventeur(s) :** FORGEOT OLIVIER.

(73) **Titulaire(s) :**

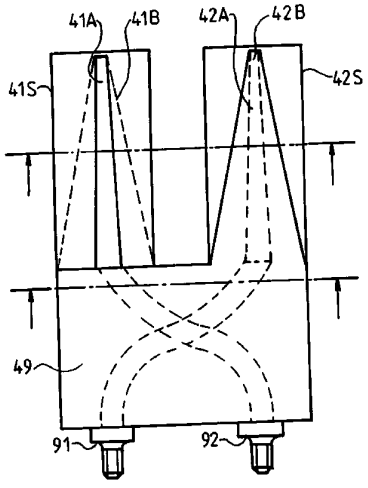
(74) **Mandataire :** NETTER.

(54) COUPLEUR BALUN HYPERFREQUENCE INTEGRE, EN PARTICULIER POUR ANTENNE DIPOLE.

(57) Le dispositif de couplage hyperfréquence comprend deux entrées respectivement reliées à deux points actifs d'un dipôle rayonnant (11A,11B), ainsi qu'un montage d'adaptation dé-symétriseur (41), vers une sortie (71).

Un substrat diélectrique (41S) offre d'un côté une métallisation (41B) reliée à l'une des entrées, et qui s'élargit en s'éloignant de celle-ci, et de l'autre côté une métallisation étroite (41A) reliée à l'autre entrée, et de même direction que la métallisation élargie.

La métallisation élargie (41B) s'étend ensuite en un plan-masse sur le substrat. Enfin, la métallisation étroite (41A) forme avec ce plan-masse une ligne de transmission vers ladite sortie.



FR 2 736 212 - A1

Coupleur balun hyperfréquence intégré, en particulier pour antenne dipôle

L'invention concerne les antennes ou dispositifs rayonnants.

Il est important de réaliser un couplage électrique correct de l'antenne au circuit qui coopère avec elle. C'est le cas en particulier pour les antennes du type dipôle.

En règle générale, on prévoit une liaison, de préférence par câbles coaxiaux, vers un montage d'adaptation du genre balun dé-symétriseur. Le plus souvent, celui-ci doit également adapter l'impédance de la ligne d'alimentation à celle de l'antenne.

L'invention a notamment pour but de fournir un tel montage qui soit simple et économique à fabriquer.

Elle a également pour but de fournir un montage qui traite aisément deux polarisations, tout particulièrement les polarisations circulaires droite et gauche.

Un autre but de l'invention est de fournir un montage qui soit de faible encombrement latéral, intéressant pour certaines applications.

Le dispositif de couplage hyperfréquence proposé, en particulier pour antenne du type dipôle, est du type comprenant deux entrées respectivement reliées à deux points actifs du dipôle, ainsi qu'un montage d'adaptation dé-symétriseur, vers une sortie.

Selon l'invention, le dispositif comporte un substrat diélectrique, avec d'un côté une métallisation reliée à l'une des entrées, et qui s'élargit en s'éloignant de celle-ci,

et de l'autre côté une métallisation étroite reliée à l'autre entrée, et de même direction que la métallisation élargie; la métallisation élargie s'étendant ensuite en un plan-masse sur le substrat, tandis que la métallisation étroite forme avec ce plan masse une ligne de transmission vers ladite sortie.

Avantageusement, il est prévu un autre substrat diélectrique, du côté du premier où se trouve la métallisation étroite, et comportant, à l'opposé du premier plan-masse, un autre plan-masse électriquement relié au premier. Ceci forme une structure du type dit "tri-plaque".

Dans le cas d'un dispositif comprenant au moins deux paires d'entrées reliées à au moins deux dipôles orientés différemment, et au moins deux sorties,
ce dispositif comporte une paire de substrats diélectriques au moins en partie superposés; le substrat supérieur se prolonge vers l'une des paires d'entrées, avec à l'extérieur haut une métallisation reliée à une entrée de cette paire, et qui s'élargit en s'éloignant de celle-ci, et à l'intérieur une métallisation étroite reliée à l'autre entrée de la même paire, et de même direction que la métallisation élargie; le substrat inférieur se prolonge vers l'autre paire d'entrées, avec à l'extérieur bas une métallisation reliée à une entrée de cette autre paire, et qui s'élargit en s'éloignant de celle-ci, et à l'intérieur une métallisation étroite reliée à l'autre entrée de cette autre paire, et de même direction que la métallisation élargie; les métallisations élargies s'étendant ensuite en des plans-masse en haut et en bas des deux substrats, dans leurs parties superposées; enfin, les métallisations étroites forment avec ces plans-masse des lignes de transmission vers lesdites sorties.

Pour traiter la polarisation circulaire les métallisations étroites se croisent, dans les parties superposées des deux substrats, pour former un coupleur 0/90 degrés.

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

- la figure 1 est le schéma de principe général d'un dipôle rayonnant du type "papillon", pris à titre d'exemple;

- la figure 2 illustre un mode de réalisation d'une antenne à deux dipôles croisés, pour traiter deux polarisations;

- les figures 3 et 4 montrent l'utilisation d'un dispositif rayonnant en combinaison avec un dispositif de couplage électrique;

- les figures 5A à 5D montrent une réalisation avantageuse d'un tel couplage électrique;

- les figures 6A à 6D montrent une autre réalisation avantageuse d'un tel couplage électrique;

- La figure 7 illustre une variante de réalisation de la sortie électrique;

- les figures 8A et 8B illustrent deux variantes de l'invention, tandis que les figures 8C à 8H sont des vues en coupe permettant de les mieux comprendre; et

- les figures 9A et 9B illustrent une autre variante.

Les dessins sont pour l'essentiel de caractère certain, et définissent des caractéristiques géométriques. En consé-

quence, ils sont à considérer comme partie intégrante de la description, et pourront non seulement permettre de mieux comprendre celle-ci, mais aussi contribuer à la définition de l'invention, le cas échéant.

La figure 1 illustre le schéma de principe d'une antenne connue du type dit "papillon". Celle-ci se compose de deux secteurs de forme générale triangulaire 11A et 11B, placés tête-bêche, opposés par leurs pointes. Les deux secteurs sont symétriques par rapport à un plan PS1, perpendiculaire à leur plan propre (dans l'hypothèse où ces secteurs sont de forme plane). En l'espèce, les secteurs ici présentés sont également symétriques par rapport à un autre plan PS2 perpendiculaire au premier, par rapport à l'axe de symétrie AS des deux secteurs 11A et 11B.

Une telle antenne a fait l'objet de propositions théoriques suivant lesquelles les secteurs 11A et 11B étaient dans l'air:

- "Triangular dipole antennas", Antenna Engineering Handbook, R.C. JOHNSON & H.JASIK, Mac Graw Hill Book Company, page 25-12,
- "Experimentally Determined Radiation Characteristics of Conical and Triangular Antennas", G.H.BROWN & O.M. WOODWARD Jr, R.C.A. Review, Vol 3 N°4, Décembre 1952.

En pratique, la Demanderesse préfère disposer ces deux secteurs sur un substrat 10, qui est par exemple un matériau verre-téflon tel que le "DUROID", vendu par la société ROGERS des Etats-Unis.

Comme le montre la figure 2, on dispose sur la face supérieure plane d'un substrat 10 non seulement les deux secteurs opposés 11A et 11B, mais aussi deux autres secteurs 12A et 12B, possédant un plan de symétrie PS2 perpendiculaire au plan de symétrie PS1 (figure 1) des secteurs 11A et 11B.

D'autres aspects de cette réalisation pourront apparaître dans la demande de brevet intitulée "Dispositif rayonnant à large bande susceptible de plusieurs polarisations", déposée ce jour au nom de la Demanderesse, sous le N° 90 .....

La présente invention ne s'applique pas seulement aux antennes "papillon" et autres dipôles, mais aussi à une gamme étendue d'antennes bi-polarisation à large bande, notamment ceux dits dipôles "Log-périodiques" , antennes spirales et antennes sinueuses (Voir notamment Antenna Engineering Handbook, déjà cité, pages 14-54).

Les dispositifs qui viennent d'être décrits peuvent être implantés dans des modules, munis de leurs circuits de couplage électriques. Le schéma mécanique d'un tel module est donné, sous forme simplifiée, sur la figure 4, tandis qu'un schéma électrique est donné sur la figure 3.

Les deux paires de dipôles telles que 11A et 11B, qui peuvent être placées sous un radome 20, sont placées au sommet d'un module 21, délimité par un corps métallique. La partie arrière du substrat 10 est en regard d'un absorbant électromagnétique 22, placé dans le logement supérieur du boîtier 21. Au lieu d'un absorbant électromagnétique, on peut utiliser un réflecteur électromagnétique, ou bien une combinaison des deux, sur des parties différentes de la bande de fréquence.

On prévoit quatre câbles coaxiaux (un pour chaque secteur conducteur). Les blindages des câbles coaxiaux sont interconnectés entre eux et au boîtier métallique 21. Les âmes des câbles coaxiaux sont respectivement reliées aux points chauds de l'un des secteurs conducteurs. Ceci définit des câbles coaxiaux 31A,31B, 32A,32B, pour les secteurs conducteurs 11A,11B, 12A,12B respectivement.

Avantageusement, dans un logement intermédiaire du boîtier 21, les câbles coaxiaux forment une boucle, après quoi ils rejoignent deux baluns dé-symétriseurs 41 et 42.

Le balun 41 reçoit les câbles coaxiaux 31A et 31B, tandis que le balun 42 reçoit les câbles coaxiaux 32A et 32B.

A l'aide des boucles visibles sur la figure 4, on fait en sorte que les longueurs électriques des câbles coaxiaux depuis le point chaud du dipôle concerné jusqu'au balun soient les mêmes, de façon à aligner les temps de propagation des signaux. En outre, il faut tenir compte du fait que les câbles associés aux deux secteurs opposés 11A et 11B devront se rejoindre sur le même balun 41. Comme schématisé par le trait d'axe 30, il en résulte une rotation des câbles, avec croisement, pour permettre la jonction qui vient d'être décrite. Les boucles intermédiaires permettent de rattraper d'éventuelles différences de longueur dues à ce croisement.

Les baluns 41 et 42 possèdent chacun deux entrées coaxiales, pour une sortie, qui est par exemple coaxiale. Une variante (figure 7) consiste en une sortie sur ligne microruban ("microstrip") qui attaque un circuit imprimé: sur un substrat 80, la ligne microruban 81A est opposée à un plan-masse 81B, le tout sous un blindage métallique 85.

Les baluns connus sont par exemple les modèles dits "Minerva", ou bien "Marchand", décrits par exemple dans:

- "Transmission Line Conversion Transformer", N. MARCHAND, Electronics, vol 17, pp 142-145, Décembre 1944,
- "100:1 Bandwidth Balun Transformer", J.W.DUCAN & V.P. MINERVA,
Proceedings of the I.R.E., pp 156-164, Février 1960,
- "Design and performance of microstrip balun for Archimedes

Spiral antennas", D.E. BAKER, J.R. NORTIER, C.A. VAN DER NEUT, Transaction of the SA Institute of electrical Engineers, Décembre 1987.

Dans le cas de quatre dipôles, on peut tout d'abord utiliser les sorties des baluns 41 et 42, éventuellement via des étages de liaison 71 et 72, pour fournir sur des connecteurs 91 et 92 des voies A et B respectivement qui correspondent à deux polarisations linéaires croisées, comme horizontales et verticales.

En variante, comme illustré sur la figure 3, les deux voies sont appliquées à des subdiviseurs (coupleurs à 3 dB en inverse) 71 et 72. L'une des sorties de ceux-ci est appliquée à un déphaseur 0/90 degrés, 73 et 74, respectivement. La sortie de chaque déphaseur va vers un coupleur à 3dB, 75 et 76 situé sur l'autre voie, et recevant également l'autre sortie du coupleur 71 ou 72 de la même voie.

L'homme de l'art sait que le couplage ainsi réalisé permet d'obtenir sur les deux connecteurs de sortie des signaux de polarisation circulaire droite et gauche, respectivement.

Du fait des faibles dimensions de surface des deux paires de dipôles de base, le module selon l'invention peut être réalisé avec un faible encombrement latéral, la profondeur étant un peu plus grande, comme visible sur la figure 4.

Pour certaines applications, il est souhaitable de disposer d'un grand nombre de modules de ce genre, sous un volume aussi réduit que possible, et avec une fabrication aussi simple que possible.

On va maintenant décrire des réalisations particulièrement intéressantes à cet égard.

Les figures 5A à 5D concernent une réalisation où l'on ne s'intéresse qu'à l'une des voies, par exemple la polarisation horizontale définie par les secteurs 11A et 11B.

Les deux câbles coaxiaux 31A et 31B ont des âmes qui aboutissent respectivement à deux faces métallisées d'un autre substrat 41S. Ce substrat 41S peut être lui aussi en DUROID. D'un côté, le substrat 41S porte une métallisation relativement étroite 41A, qui garde la même dimension transversale sur toute sa longueur (ou s'évase très légèrement), pour aboutir à l'âme d'un connecteur coaxial 91 disposé à l'autre extrémité.

La face inférieure du substrat 41S est munie d'une métallisation 41B qui, du côté de l'âme du câble coaxial 31B, possède pratiquement la même largeur que la métallisation 41A. Par contre, cette métallisation 41B s'élargit rapidement, pour, à l'arrivée, se trouver reliée à la masse du connecteur coaxial 91, avec une largeur beaucoup plus grande.

L'homme de l'art sait que ceci réalise la dé-symétrisation conformément au principe d'un balun.

L'intérêt de la réalisation ci-dessus est qu'elle permet, avec très peu de pièces, de passer directement des câbles coaxiaux reliant les dipôles au substrat 41S à un connecteur coaxial, fournissant immédiatement la sortie. L'ensemble peut être logé dans une cavité métallique 5, munie par exemple d'absorbeurs de mode 51A, 51B, 51C et 51D.

Ceci convient bien pour le cas des polarisations rectilignes transverses.

Il est maintenant fait référence aux figures 6A à 6D, qui

illustrent une variante encore plus intéressante, en particulier pour la polarisation circulaire.

Sur ces figures 6, on trouve deux substrats 41S et 42S, par exemple en DUROID. Ceux-ci se superposent au niveau d'une zone 49 qui est par exemple de forme générale rectangulaire.

En dehors de cette zone, ils ont pratiquement la structure déjà décrite à propos de la figure 5.

En bref, en admettant que le substrat 41S est à un niveau plus bas que le susbtrat 42S :

- le susbtrat 41S porte en dessous la métallisation 41B qui s'élargit beaucoup, et au-dessus la métallisation 41A qui s'élargit peu ou pas.

- Le substrat 42S porte en dessus la métallisation 42B qui s'élargit beaucoup, et en dessous la métallisation 42A qui s'élargit peu.

Entre les deux susbtrats est prévu un insert de très faible épaisseur, en matériau similaire au substrat, tel que le DUROID.

Au niveau de la partie de superposition 49, les métallisations élargies 41B et 42B s'étalent complètement pour définir des plans-masses situés en dessus et en dessous du sandwich ainsi constitué par les deux substrats 41S et 42S, ainsi que par la couche intermédiaire très mince (non représentée).

Pour leur part, les métallisations 41A et 42A peuvent être directement reliées aux connecteurs 91 et 92, pour le cas où l'on voudrait faire fonctionner ce montage en polarisation rectiligne.

Mais ce montage prend tout son intérêt lors de la polarisation circulaire :

- il suffit alors de faire subir aux métallisations 41A et 42A, au droit de la partie de superposition 49, des trajets qui se croisent avec des portions très voisines.

Ceci fournit un couplage entre les deux voies, avec la fonction de déphasage 0/90 degrés. On obtient alors directement sur les connecteurs 91 et 92 des sorties en polarisation circulaire droite et gauche.

Dans ce qui précède, la même section du balun réalise la dé-symétrisation et l'adaptation d'impédance. On décrira maintenant deux variantes où ces fonctions sont séparées.

Sur les figures 8A et 8B, la zone de désymétrisation (41,42) est précédée d'une zone d'adaptation d'impédance (36,36), par élargissement conjoint ("tapering") des deux lignes conductrices qui se font face (35A,35B par exemple), de part et d'autre du substrat, noté ici S.

La figure 8A conserve la liaison par câbles coaxiaux entre deux secteurs 11A,11B et des câbles 31A et 31B (non visible), ainsi qu'entre deux secteurs 12A,12B et des câbles 32A et 32B (non visible).

Sur la figure 8B, la liaison est assurée cette fois par lignes bifilaires. Les secteurs 11A et 11B (non visible) sont reliés à des lignes 33A et 33B (voir coupe de la figure 8C). Les secteurs 12A (tourné de 90 degrés) et 12B (non visible) sont reliés à des lignes 34A et 34B (non visible).

La suite est la même pour les deux figures. Les lignes 35A

et 35B s'élargissent ensemble entre le début (fig.8D) et la fin (fig.8E) de la zone d'adaptation d'impédance.

La dé-symétrisation est réalisée dans la zone d'élargissement différent (figures 8F et 8G). Si on le désire, un couplage croisé est réalisé dans la zone 49 (fig.8H), pour accéder à des polarisations elliptiques ou circulaires.

La sortie s'effectue sur connecteurs, comme en figures 4, 5 et 6, ou sur ligne vers un circuit électronique, comme en figure 7.

La présente invention n'est pas limitée aux modes de réalisation décrits.

Quand on s'intéresse à la polarisation, il convient de traiter la différence de potentiel entre deux secteurs ou dipôles opposés. Avec les modes de réalisation à plus de deux dipôles, on peut s'intéresser à des sommes ou des différences, et plus généralement à toute combinaison linéaire des potentiels des secteurs conducteurs.

Les figures 9A et 9B illustrent respectivement une antenne à 3 dipôles et un couplage combinatoire de leurs signaux de sorties, couplage combinatoire qui est réalisé sur circuit à plusieurs couches et interconnexions par fentes et/ou trous métallisés. Les lignes de transmission à gauche peuvent être de type coaxial ou bifilaire. On peut obtenir ainsi tout mode de polarisation voulu.

Le traitement des signaux recueillis peut être effectué en parallèle sur différentes voies, ou par multiplexage d'une même voie de traitement.

Enfin, les éléments rayonnants selon l'invention, avec leur

coupleur, convenablement blindé, ont non seulement un faible encombrement latéral, mais aussi un faible rayonnement latéral, compte tenu de leur taille et des fréquences traitées. Ils se prêtent donc particulièrement bien à la construction d'antennes en réseau.

L'invention peut s'appliquer à de nombreux domaines: télécommunications, notamment en hyperfréquences, et autres applications hyperfréquences, y compris des mesures en large bande, par exemple sur le rayonnement d'autres aériens.

Revendications

1.- Dispositif de couplage hyperfréquence, en particulier pour antenne du type dipôle, du type comprenant deux entrées respectivement reliées à deux points actifs du dipôle (11A,11B), ainsi qu'un montage d'adaptation dé-symétriseur (41), vers une sortie (71),
caractérisé en ce qu'il comporte :
- un substrat diélectrique (41S), avec d'un côté une métallisation (41B) reliée à l'une des entrées, et qui s'élargit en s'éloignant de celle-ci, et de l'autre côté une métallisation étroite (41A) reliée à l'autre entrée, et de même direction que la métallisation élargie,
- la métallisation élargie (41B) s'étendant ensuite en un plan-masse sur le substrat,
- tandis que la métallisation étroite (41A) forme avec ce plan-masse une ligne de transmission vers ladite sortie.

2.- Dispositif selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'il est prévu un autre substrat diélectrique (42S), du côté du premier où se trouve la métallisation étroite (41A), et comportant, à l'opposé du premier plan-masse, un autre plan-masse (42B) électriquement relié au premier.

3.- Dispositif selon la revendication 2, comprenant au moins deux paires d'entrées reliées (31A,31B,32A,32B) à au moins deux dipôles (11A,11B,12A,12B) orientés différemment, et au moins deux sorties (71,72),
caractérisé en ce qu'il comporte :
- une paire de substrats diélectriques (41S,42S) au moins en partie superposés (49),
- le substrat supérieur (42S) se prolongeant vers l'une des paires d'entrées, avec à l'extérieur haut une métallisation (42B) reliée à une entrée de cette paire, et qui s'élargit en s'éloignant de celle-ci, et à l'intérieur une métalli-

sation (42A) étroite reliée à l'autre entrée de la même paire, et de même direction que la métallisation élargie,

- le substrat inférieur (41S) se prolongeant vers l'autre paire d'entrées, avec à l'extérieur bas une métallisation (41B) reliée à une entrée de cette autre paire, et qui s'élargit en s'éloignant de celle-ci, et à l'intérieur une métallisation (41A) étroite reliée à l'autre entrée de cette autre paire, et de même direction que la métallisation élargie,
- les métallisations élargies (41B,42B) s'étendant ensuite en des plans-masse en haut et en bas des deux substrats, dans leurs parties superposées (49),
- tandis que les métallisations étroites (41A,42A) forment avec ces plans-masse des lignes de transmission vers lesdites sorties.

4.- Dispositif selon la revendication 3, caractérisé en ce que, dans les parties superposées (49) des deux substrats, les métallisations étroites (41A,42A) se croisent pour former un coupleur 0/90 degrés.

5.- Dispositif selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'il est enfermé dans une cavité conductrice (21;5).

6.- Dispositif selon la revendication 5, caractérisé en ce que la cavité conductrice (5) comprend des moyens (51) absorbeurs de mode.

7.- Dispositif selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que les entrées sont reliées aux dipôles par les âmes de câbles coaxiaux (31A,31B) dont les blindages sont interconnectés.

8.- Dispositif selon l'une des revendications 1 à 6, caracté-

risé en ce que les entrées sont reliées aux dipôles par lignes bifilaires.

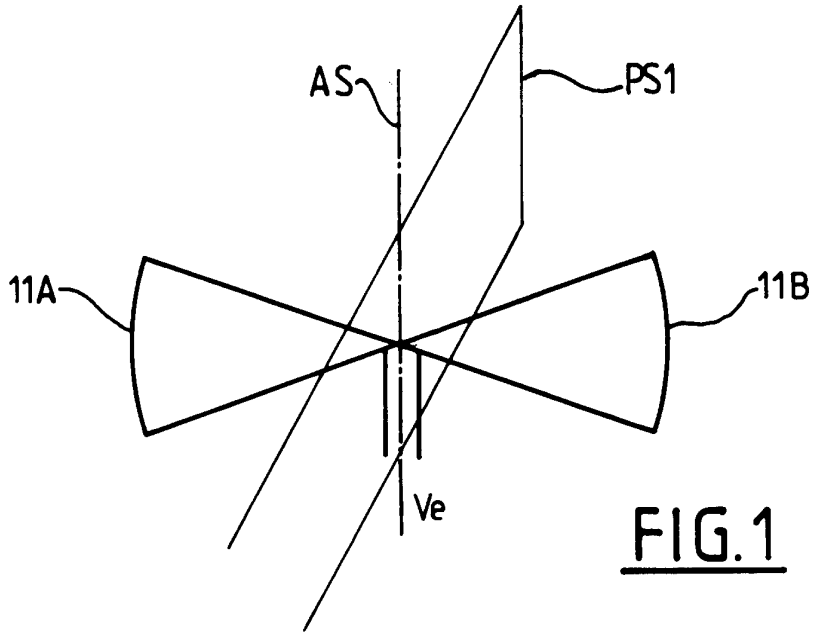


FIG.1

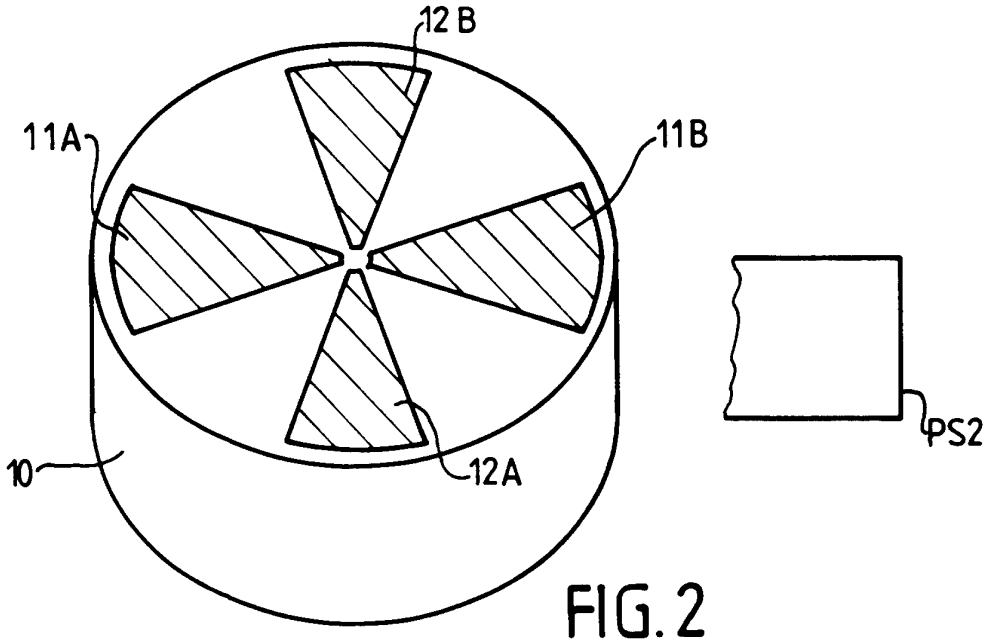


FIG.2

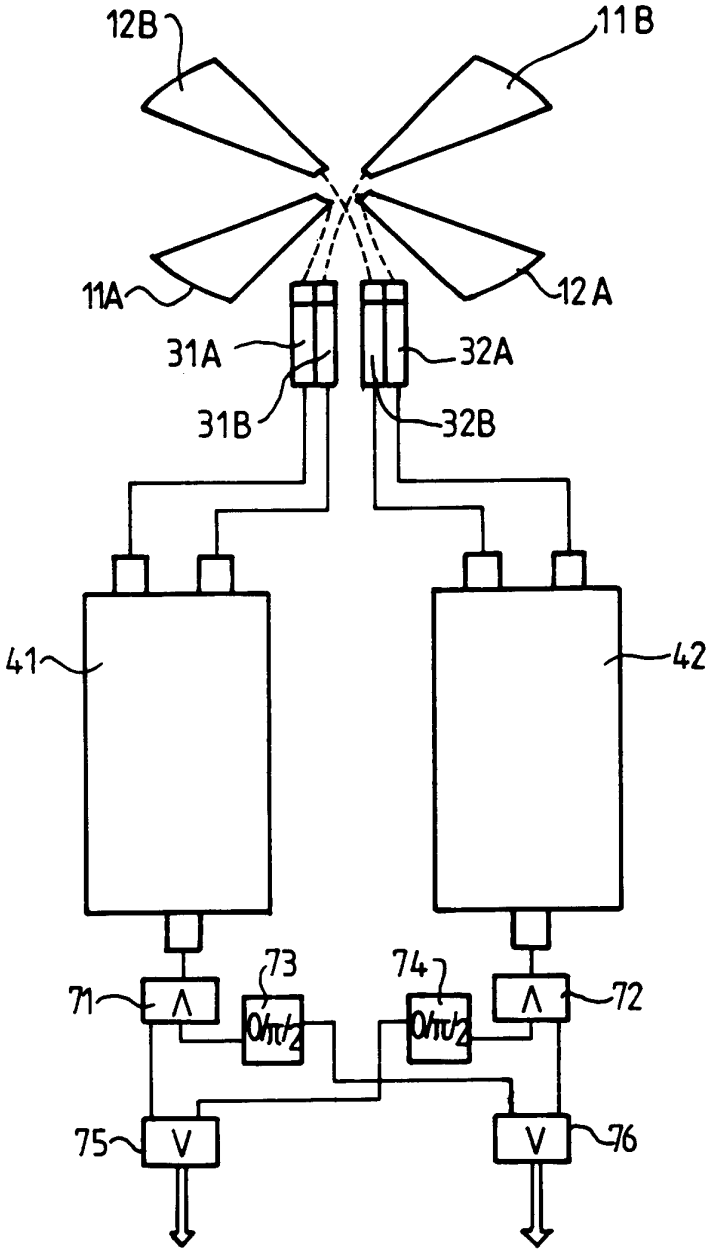

12B
11B
11A
12A
31A
32A
31B
32B
41
42
71
73
74
72
A
Ohm/2
V
75
76

FIG.3

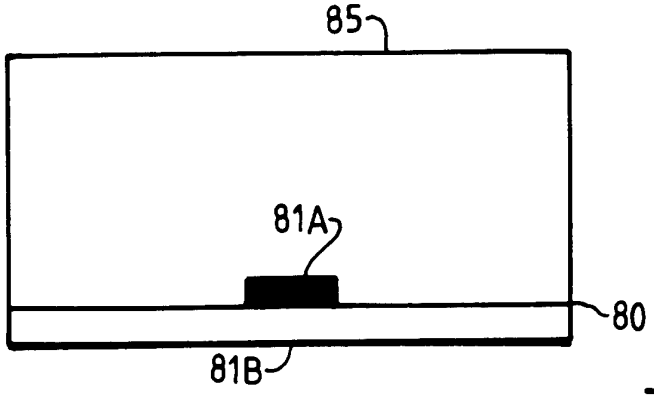

85
81A
80
81B

FIG.7

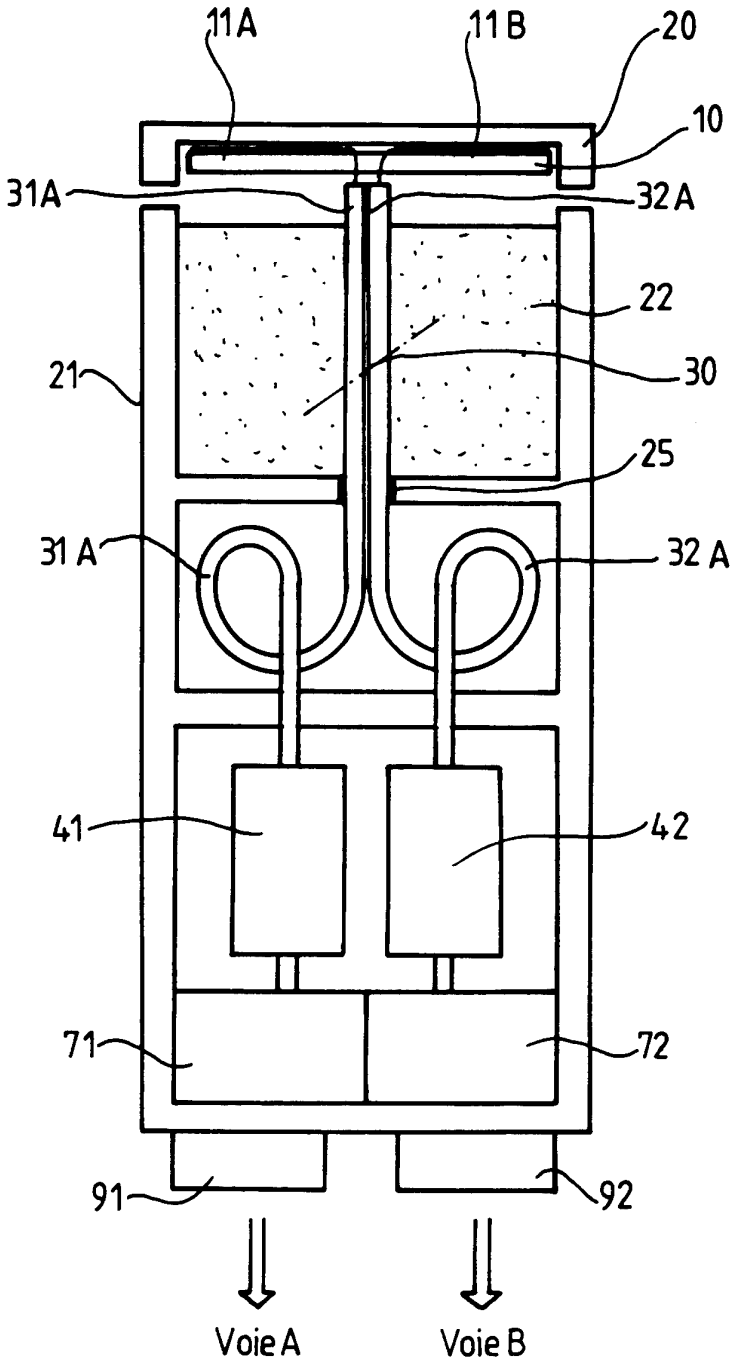
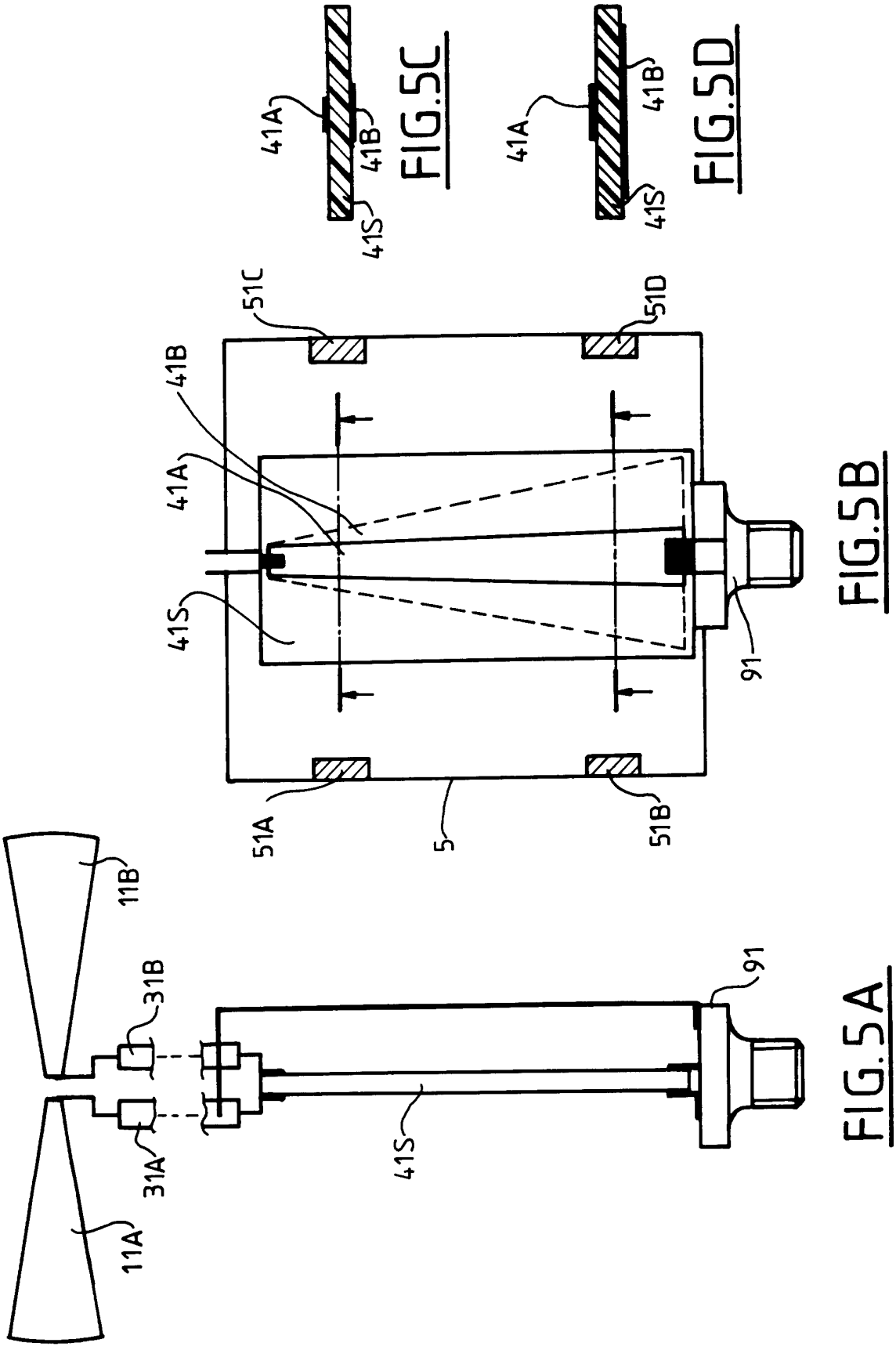

11A
11B
20
10
31A
32A
22
21
30
25
31A
32A
41
42
71
72
91
92
Voie A
Voie B

FIG.4


11A
11B
31A
31B
41S
91
FIG.5A
51A
5
51B
51C
51D
41A
41B
41S
91
FIG.5B
41A
41B
41S
FIG.5C
41A
41B
41S
FIG.5D

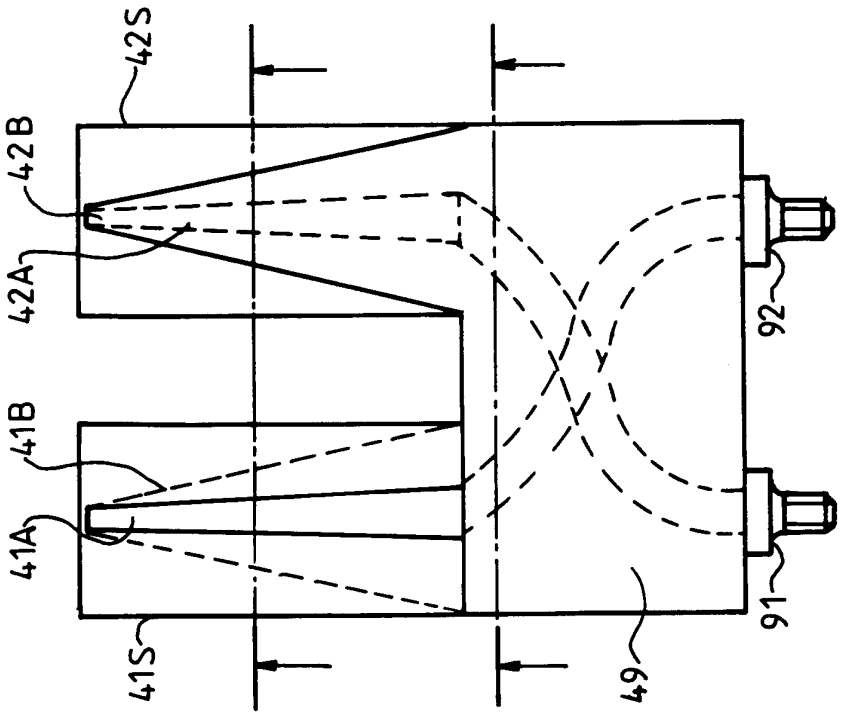


FIG.6A

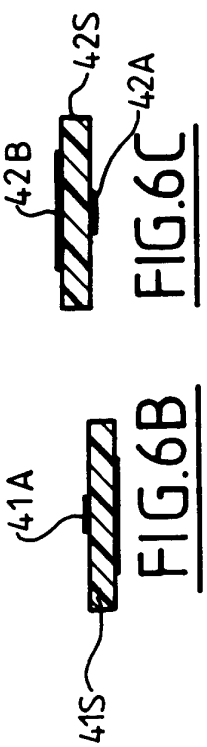


FIG.6B FIG.6C

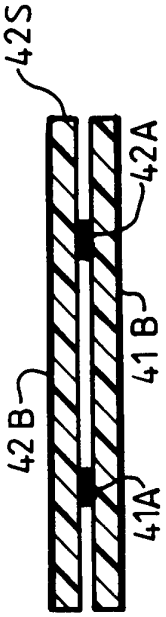


FIG.6D

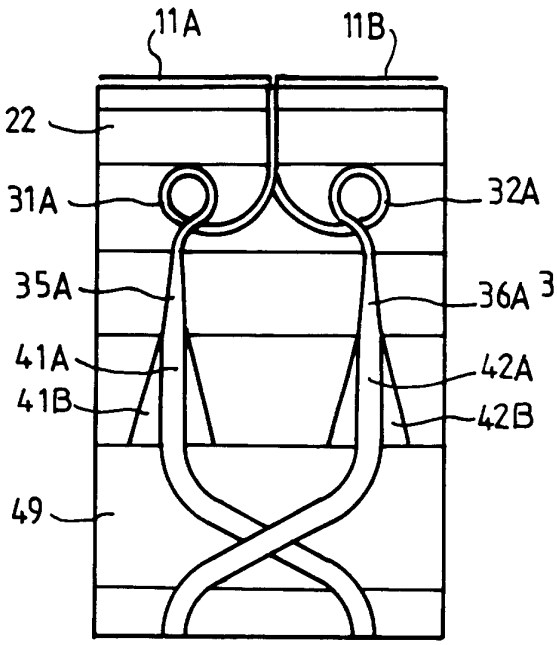


FIG.8A

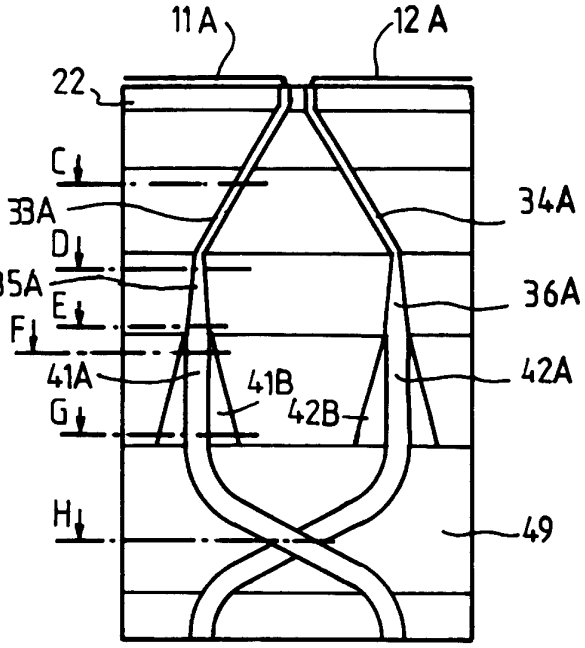


FIG.8B

FIG.8C

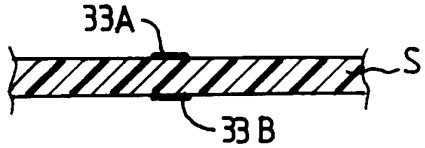


FIG.8D

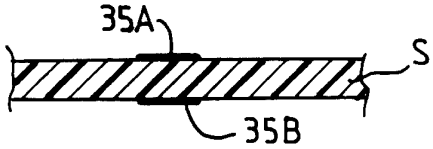


FIG.8E

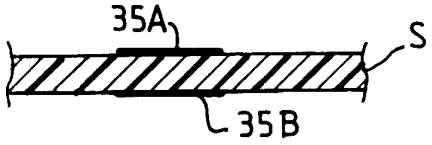


FIG.8F

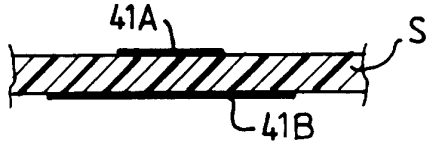


FIG.8G

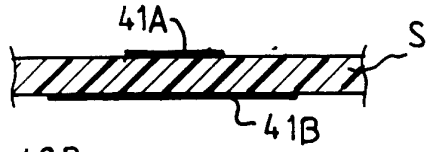
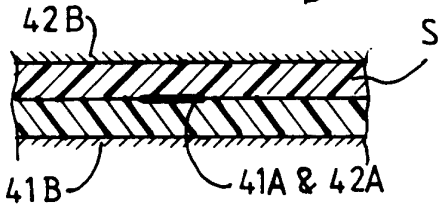


FIG.8H



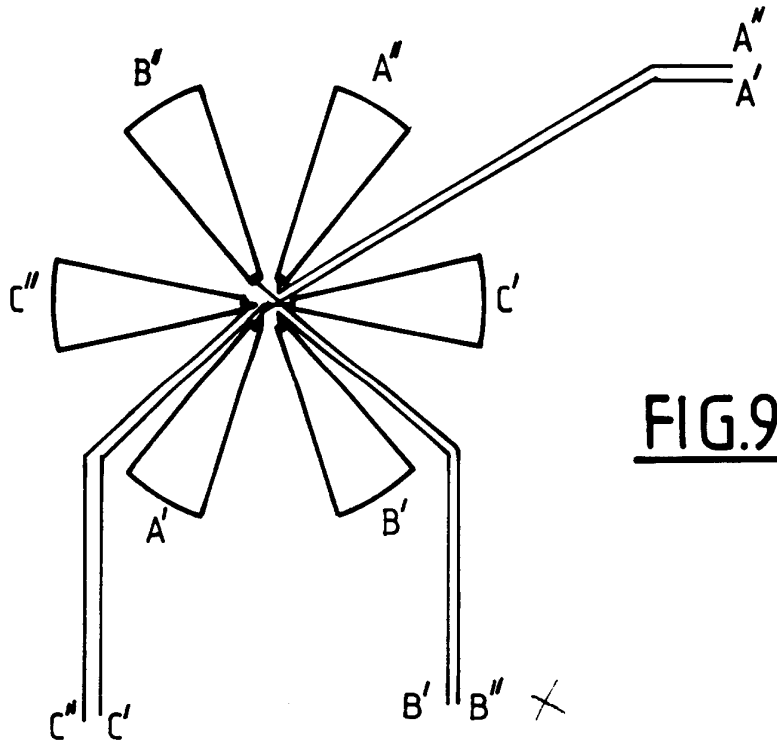


FIG.9A

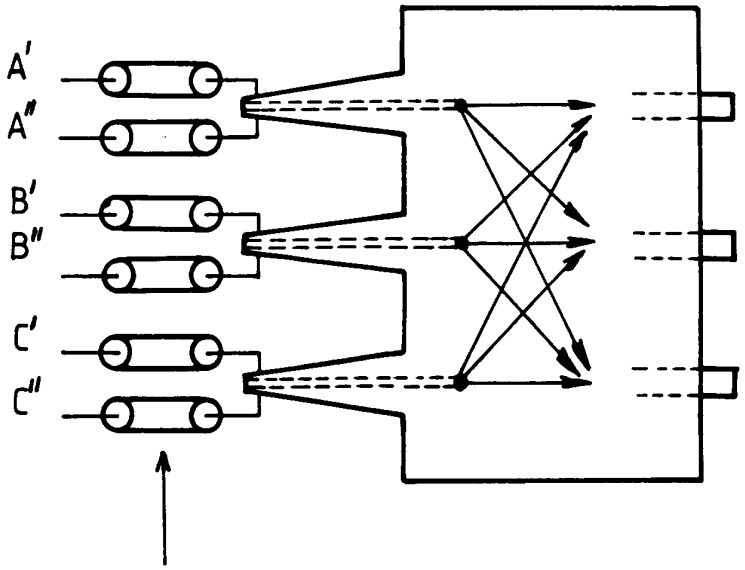


FIG.9B