

A1

**DEMANDE
DE BREVET D'INVENTION**

②①

N° 79 18950

⑤④

Procédé de fabrication d'un circuit hybride sur un substrat en acier et circuit en résultant.

⑤①

Classification internationale (Int. Cl. ³). H 01 L 27/13; H 05 K 1/05.

②②

Date de dépôt..... 23 juillet 1979.

③③ ③② ③①

Priorité revendiquée :

④①

Date de la mise à la disposition du
public de la demande..... B.O.P.I. — « Listes » n° 6 du 6-2-1981.

⑦①

Déposant : Société anonyme dite : LIGNES TELEGRAPHIQUES ET TELEPHONIQUES, résidant
en France.

⑦②

Invention de : Jean Joly, Michèle Moulin et Jean-Bernard Ranger.

⑦③

Titulaire : *Idem* ⑦①

⑦④

Mandataire : Paule Bernard, SA Lignes télégraphiques et téléphoniques,
89, rue de la Faisanderie, 75782 Paris Cedex 16.

La présente invention concerne un procédé de fabrication de circuits hybrides en couches minces sur un support métallique servant de substrat et plus particulièrement sur support en acier.

Le brevet français 2 305 913 décrit un circuit hybride passif déposé sur un substrat en aluminium isolé par oxydation anodique. La technique décrite dans ce brevet est spécifique de l'aluminium, puisque la passivation du substrat est obtenue par un composé formé à partir de métal prélevé sur le substrat lui-même. L'aluminium n'est pas utilisable en toutes circonstances et par ailleurs le choix de la nature du métal substrat peut être imposé au fabricant du circuit hybride.

Le but de l'invention est un circuit hybride à couches minces déposées sur un substrat en acier.

Le procédé de fabrication d'un circuit hybride à couches minces sur substrat en acier, selon l'invention est caractérisé en ce qu'il comporte au moins la suite d'opérations suivantes :

- 1°) polissage de la face du substrat en acier destinée à recevoir le circuit hybride et dégraissage du substrat,
- 2°) dépôt par pulvérisation cathodique d'une couche de bioxyde de silicium,
- 3°) dépôt par pulvérisation cathodique d'une couche de pentoxyde de tantale,
- 4°) dépôt d'une couche de nitrure de tantale par pulvérisation cathodique réactive,
- 5°) dépôt d'une couche d'alliage platine-or,
- 6°) gravure de la structure du circuit hybride et des contacts de connexions et d'interconnexions dans les couches de platine-or et de nitrure de tantale.

Suivant l'utilisation envisagée le circuit peut être terminé de la façon suivante :

- 7°) ajustement de la valeur des résistances du circuit hybride,
- 8°) report des composants discrets sur la structure du circuit hybride,
- 9°) mise en place d'un capot isolant de section inférieure à l'encombrement du circuit. Les interconnexions avec les circuits extérieurs sont assurées à l'extérieur du capot.

Selon une variante préférée le circuit est terminé de

.../...

la façon suivante :

- 7°) dépôt par pulvérisation cathodique d'une deuxième couche d'oxyde de silicium ne recouvrant que partiellement les conducteurs de sortie,
- 5 8°) dépôt d'une deuxième couche de nitrure de tantale sur la deuxième couche d'oxyde de silicium,
- 9°) dépôt d'une deuxième couche d'alliage platine-or sur la deuxième couche de nitrure de tantale,
- 10°) matérialisation dans les deuxième couches de platine-or et de
10 nitrure de tantale d'une piste métallique fermée entourant le circuit hybride à l'exclusion des conducteurs d'interconnexion
- 11°) attaque par voie chimique de la zone de la deuxième couche d'oxyde de silicium située au-dessus de la structure du circuit hybride,
- 15 12°) ajustement de la valeur des résistances du circuit hybride dans la première couche de nitrure de tantale,
- 13°) report des composants discrets sur la structure du circuit hybride,
- 14°) soudure d'un capot métallique sur la piste fermée.

20 Comme dans le premier cas, les interconnexions avec les circuits extérieurs sont assurées à l'extérieur du capot. Le circuit est entièrement enfermé dans une enveloppe métallique étanche.

Le procédé selon l'invention présente les avantages suivants :

- 25 - la robustesse du substrat autorise sa fixation par les procédés mécaniques usuels sur un bâti;
- le substrat peut faire partie d'un ensemble mécanique dont il constitue l'un des organes étant entendu que les déformations de cet organe sont assez faibles pour ne pas affecter la stabilité
30 du circuit hybride;
- le substrat contribue avec le capot, lorsqu'il est métallique, à blinder le circuit hybride.

La description qui suit explicite le procédé en référence aux figures 1 à 5 données à titre indicatif et non limitatif,
35 dans lesquelles :

- la figure 1 représente la suite des opérations d'une première variante du procédé selon l'invention,
- la figure 2 représente une vue cavalière d'un circuit

.../...

hybride réalisé par la première variante du procédé selon l'invention,

- la figure 3 représente la suite des opérations de la variante préférée du procédé selon l'invention,

5 - les figures 4 et 5 représentent un circuit réalisé selon le procédé de la figure 3.

La figure 1 représente la suite des opérations de fabrication d'un circuit hybride à boîtier plastique mettant en oeuvre le procédé selon l'invention,

10 - le stade opératoire 1 comporte un polissage du substrat à l'aide d'une pâte contenant de la poudre de diamant, suivi d'un dégraissage à l'aide de trichloréthylène et de fréon,

- le stade 2, effectué dans une enceinte étanche, comporte un nettoyage ionique suivi immédiatement d'une pulvérisation
15 en haute fréquence de silice, de préférence par bombardement d'une cible de silice en présence d'une faible pression partielle d'oxygène, pour éviter la dissociation du bioxyde, en atmosphère d'argon. L'épaisseur de la couche ^{est} de 1 μm environ,

20 - le stade 3 qui peut être effectué dans le même bâti consiste en une pulvérisation haute fréquence par bombardement, d'une cible de pentoxyde de tantale, l'épaisseur de la couche est d'environ 0,15 μm ,

- le stade 4 est un dépôt de nitrure de tantale d'environ 0,01 μm d'épaisseur par pulvérisation réactive de tantale en
25 atmosphère d'argon contenant une certaine pression partielle d'azote,

- le stade 5 est le dépôt d'une couche d'alliage platine-or contenant entre 5 et 10% de platine selon le brevet français 2 290 762 déposé par la Demanderesse le 6 novembre 1974,

30 - le stade 6 est la formation de la structure du circuit hybride ainsi que celle des conducteurs de sortie et des contacts de connexion du circuit avec l'extérieur, par la technique de masquage et de gravure bien connue de l'homme de l'art, à savoir :

- dépôt d'une couche de vernis photosensible,
35 - insolation de ladite couche à travers un masque photographique représentant les connexions du circuit,
- développement de ladite couche et élimination des zones insolées,
- attaque chimique des parties dénudées de la couche mince en alliage platine-or,

.../...

- élimination des restes de la couche de vernis photosensible,
 - dépôt d'une deuxième couche de vernis photosensible,
 - insolation de ladite couche à travers un masque représentant les résistances,
- 5 - développement de ladite couche et élimination des zones insolées,
- attaque chimique des parties dénudées de la couche mince de nitrure de tantale,
 - élimination des restes de la couche de vernis photosensible,
 - le stade 7 est l'ajustement de la valeur des résis-
- 10 tances du circuit hybride, par exemple par laser,
- le stade 8 est le report des composants discrets sur la structure du circuit hybride. Ces composants sont les uns passifs : condensateurs inductances, les autres actifs : diodes, transistors, circuits intégrés. Ce report est effectué au moyen, par
- 15 exemple, de colle conductrice de l'électricité telle que la colle référence HP 21 commercialisée par la Société Epotechnique à Vélizy dans le département des Hauts de Seine, ou encore par thermocompression de fils d'or sur les flots en alliage Pt-Au prévus à cet effet sur le circuit,
- 20 - le stade 9 est la mise en place d'un capot isolant (en un matériau thermoplastique moulé) recouvrant le circuit hybride et laissant à nu les contacts de connexion vers l'extérieur, au moyen de colle référence H 74 commercialisée par la Société citée ci-dessus.
- 25 La figure 2 représente une vue cavalière d'un circuit hybride obtenu après la huitième opération de la première variante du procédé selon l'invention. Le circuit est porté par un substrat métallique 21, d'épaisseur suffisante pour permettre la fixation du composant sur un bâti ou tout autre rôle qu'il serait amené à jouer.
- 30 Le substrat 21 est percé de trous de fixation^{tel} 32 non isolés dont le nombre et la position sont fonction de l'utilisation du circuit. La face supérieure du substrat 21 est recouverte d'une couche de bi-oxyde de silicium 22 que l'on peut apercevoir à plus grande échelle sur la tranche du circuit. La couche 23 de pentoxyde de tantale recouvrant la couche 22, isole du substrat le circuit hybride propre-
- 35 ment dit en nitrure de tantale²⁴ localisé à l'intérieur du quadrilatère 25 tracé en traits interrompus ainsi que les conducteurs de

.../...

sortie 26 extérieurs à 25. Les conducteurs d'interconnexion sont terminés à proximité de la limite du substrat 21 par des zones de contact, telles que 27 constituées à partir de la couche d'alliage or-platine. A titre d'exemple non limitatif, le circuit contenu
5 dans le quadrilatère 25 comporte des résistances telles que 29, 30 et 31, des conducteurs tels que 33 et 34, des plots de connexion tels que 27, 35 et 36, un transistor 37 collé sur le contact 36 par une colle conductrice de l'électricité et connecté par des fils d'or thermocompressés non représentés, respectivement à l'extrémité
10 de la résistance 31 reliée au conducteur 33 et à l'extrémité de la résistance 29 reliée à la connexion 34.

A titre d'exemple illustratif, la demanderesse réalise un circuit comportant un substrat en acier de dimensions égales à 15 x 10 millimètres. Sur ce substrat une couche de bioxyde de silicium de 1 μm est déposée. Les couches d'oxyde et de nitrure de tantale ont une épaisseur égale à 0,15 μm pour l'oxyde et 0,03 μm pour le nitrure. Les contacts obtenus à partir de couche de Pt-Au ont une épaisseur égale à 1,5 μm . Après report des composants du circuit sur la structure du circuit hybride, un capot en céramique est
20 collé suivant le quadrilatère 25.

La figure 3 schématise la variante du procédé de fabrication sur substrat en acier selon l'invention appliquée à un circuit hybride multicouche constituant une variante préférée.

Les opérations 1 à 7 de la variante préférée ont déjà
25 été décrites, en référence avec la figure 1; elles sont suivies des opérations :

- 17, dépôt par pulvérisation cathodique d'une deuxième couche de bioxyde de silicium débordant légèrement l'encombrement du circuit hybride et recouvrant partiellement les conducteurs de sortie, en laissant nus les contacts d'interconnexion du circuit,
30
- 18, dépôt d'une couche de nitrure de tantale sur la deuxième couche de bioxyde de silicium,
- 19, dépôt d'une deuxième couche d'alliage platine-or sur la deuxième couche de nitrure de tantale. Ces opérations sont identiques respectivement aux opérations 2, 4 et 5,
35
- 20, matérialisation dans les deuxièmes couches d'alliage platine-or et de nitrure de tantale d'une piste conductrice fermée entourant le circuit hybride par photogravure,

.../...

- 21, attaque par voie chimique de la deuxième couche d'oxyde de silicium dans la zone située au-dessus de la structure du circuit hybride. Cette façon de procéder permet d'isoler la piste métallique entourant le circuit hybride des conducteurs de sortie
- 5 grâce à la deuxième couche de bioxyde de silicium,
- 22, ajustement de la valeur des résistances du circuit hybride au moyen de l'appareillage cité à propos de l'opération 7 de la première variante du procédé,
- 23, report des composants discrets sur la structure du circuit
- 10 hybride (cf. opération 8 de la figure 1),
- 24, brasure du capot métallique dont le contour reproduit la piste conductrice.

A titre illustratif, la demanderesse réalise par la variante préférée du procédé de fabrication qui vient d'être décrite

15 un circuit hybride de régulation en température par tout ou rien présentant les cotes suivantes : 34 x 30 x 5 millimètres dans lequel les contacts de sortie sont disposés latéralement du même côté que le capot par rapport au substrat et représenté respectivement en coupe et en élévation sur les figures 4 et 5.

20 L'échelle des épaisseurs a été volontairement dilatée sur la figure 4 et les repères de la figure 2 ont été conservés pour simplifier l'exposé.

La figure 4 représente la coupe longitudinale du circuit, le substrat 21 est entièrement recouvert par la couche 22 en bioxyde de silicium. A son tour, la couche 22 est recouverte par la

25 couche 23 d'oxyde de tantale. Le contact de sortie 27 et le conducteur 26 auquel il est relié correspondent à la première couche d'alliage Pt-Au. La deuxième couche de silice isolante 41 attaquée par voie chimique au-dessus de la couche de nitrure de tantale 25

30 (ultérieurement gravée pour former le circuit 50) ne subsiste plus que sous la forme d'un anneau entourant le circuit 50. Il en est de même de la deuxième couche d'oxyde de tantale 42 et de la couche conductrice 43 sur lesquelles est soudé le capot 45 par l'intermédiaire de la préforme 44.

35 La figure 5 est une vue de dessus, capot 45 enlevé, du circuit; la trace du plan de la figure 4 est représentée en X - X'

.../...

le circuit 50, de nature quelconque, est figuré par la coupe 50.
La figure 5 fait apparaître la piste conductrice annulaire 43 isolée du circuit par le dépôt isolant annulaire 41.

.../...

R E V E N D I C A T I O N S

1. Procédé de fabrication d'un circuit hybride à couches minces sur substrat en acier, caractérisé en ce qu'il comporte au moins la suite d'opérations suivantes :

- 5 1°) polissage de la face du substrat en acier destinée à recevoir le circuit hybride et dégraissage du substrat,
 2°) dépôt par pulvérisation cathodique d'une couche de bioxyde de silicium d'au moins un micromètre d'épaisseur,
 3°) dépôt par pulvérisation cathodique d'une couche de
10 pentoxyde de tantale d'environ 0,15 micromètre d'épaisseur,
 4°) dépôt d'une couche de nitrure de tantale par pulvérisation cathodique,
 5°) dépôt d'une couche d'alliage platine-or,
 6°) photogravures de la structure du circuit hybride et
15 des contacts d'interconnexion à l'extrémité des conducteurs de sortie.

2. Procédé selon la revendication 1 caractérisé en ce qu'il est complété, en outre, par les opérations suivantes :

- 20 7°) ajustement de la valeur des résistances du circuit hybride,
 8°) report des composants discrets sur la structure du circuit hybride,
 9°) mise en place par collage d'un capot isolant.

3. Procédé selon la revendication 1 caractérisé en ce
25 qu'il est complété, en outre, par les opérations suivantes :

- 7°) dépôt par pulvérisation cathodique d'une deuxième couche de bioxyde de silicium débordant la surface occupée par le circuit hybride et recouvrant partiellement les conducteurs de
30 sortie,
 8°) dépôt d'une deuxième couche de nitrure de tantale sur la deuxième couche de bioxyde de silicium,
 9°) dépôt d'une deuxième couche d'alliage platine-or sur la deuxième couche de nitrure de tantale,

.../...

10°) matérialisation dans les deuxièmes couches de nitrure de tantale et d'alliage platine-or d'une piste conductrice fermée entourant la structure du circuit hybride,

11°) attaque par voie chimique de la zone de la deuxième
5 couche de bioxyde de silicium située au-dessus de la structure du circuit hybride,

12°) ajustement des résistances du circuit hybride,

13°) report des composants discrets sur la structure du circuit hybride,

10 14°) soudure d'un capot métallique sur la piste fermée.

4. Circuit hybride à couches minces sur substrat en acier fabriqué selon l'une des revendications précédentes caracté-
risé en ce que le substrat présente des moyens de fixation en de-
15 hors de zone occupée par le circuit hybride.

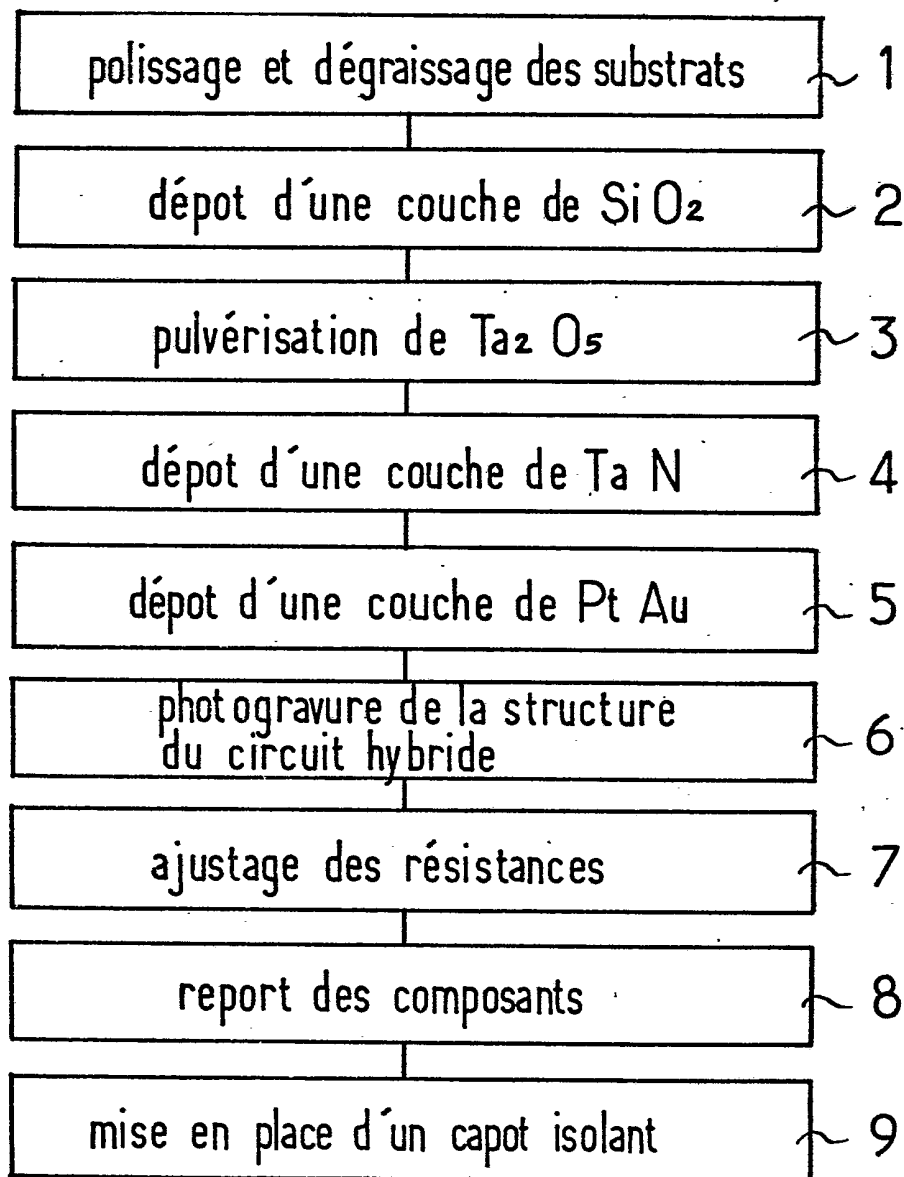


FIG 1

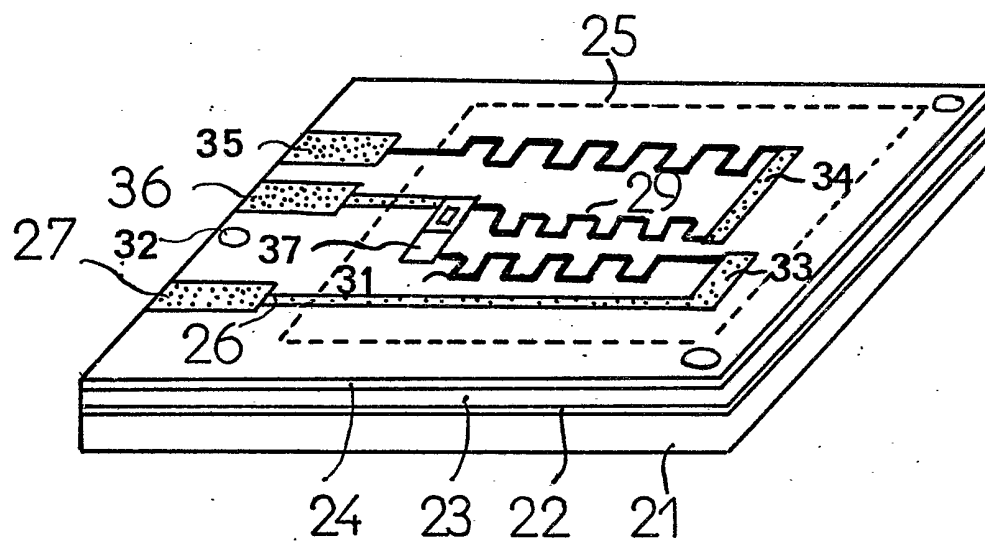


FIG 2

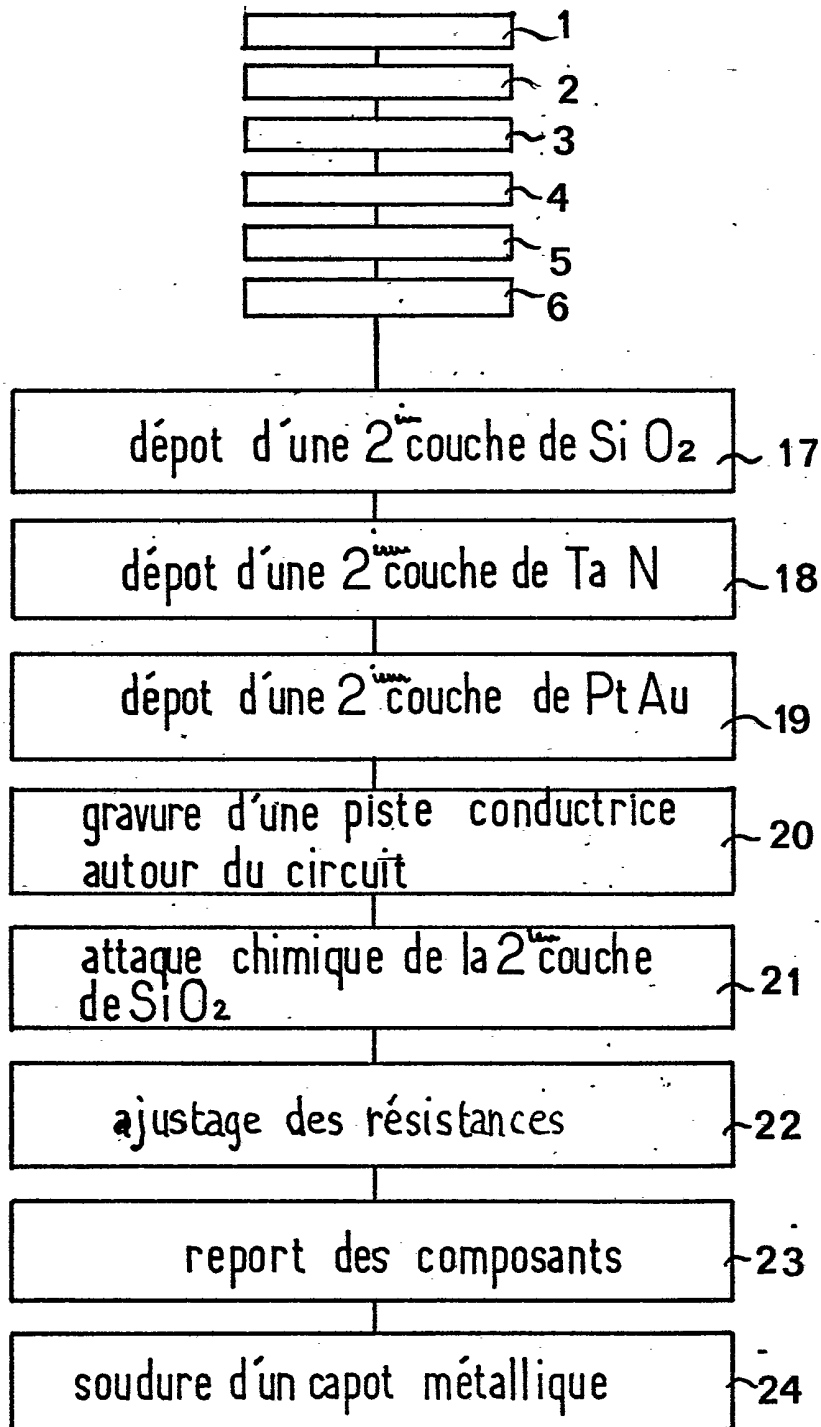


FIG 3

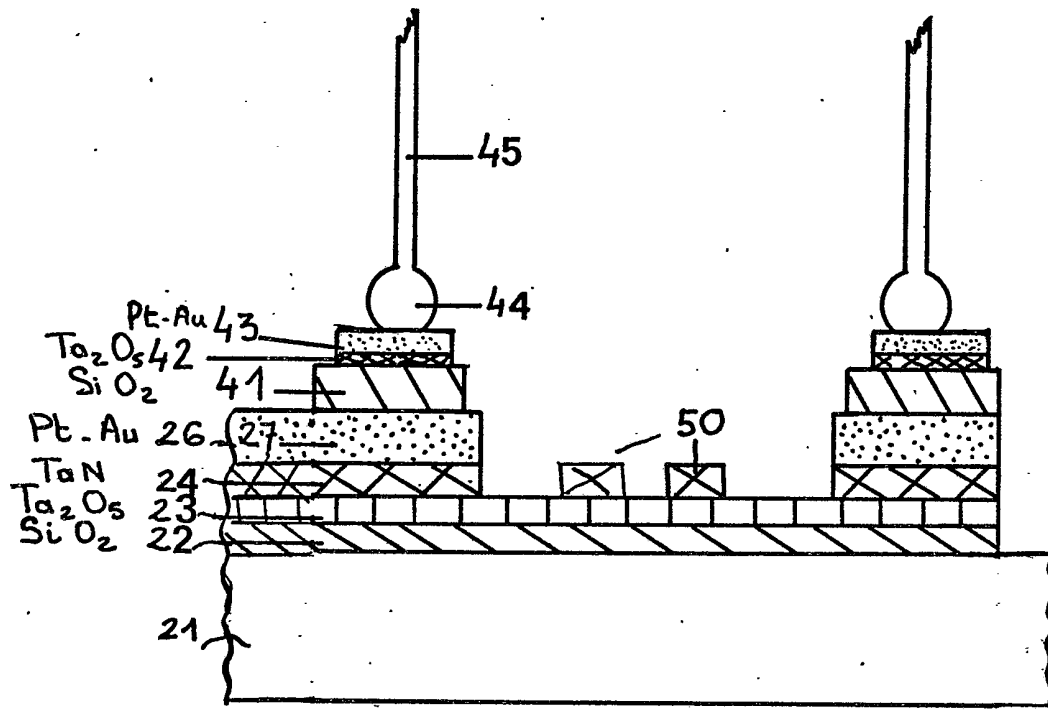


FIG 4

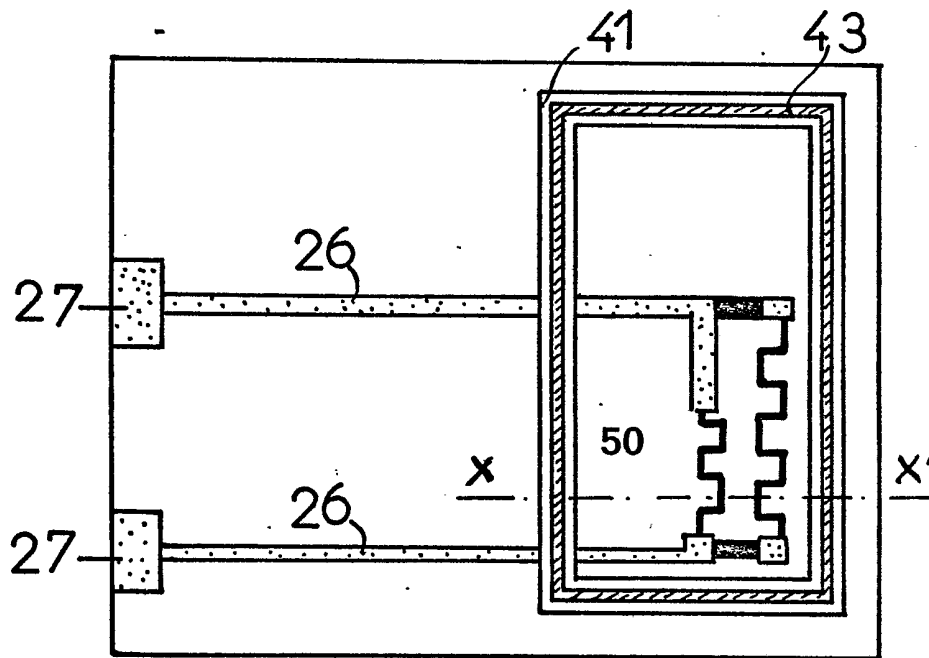


FIG 5