

⑫

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

⑫② Date de dépôt : 29.03.91.

⑫③ Priorité :

⑫④ Date de la mise à disposition du public de la demande : 02.10.92 Bulletin 92/40.

⑫⑤ Liste des documents cités dans le rapport de recherche : *Se reporter à la fin du présent fascicule.*

⑫⑥ Références à d'autres documents nationaux apparentés :

⑦① Demandeur(s) : *ALCATEL FIBRES OPTIQUES
Société Anonyme — FR.*

⑦② Inventeur(s) : *Boniort Jean-Yves et Roussy Georges.*

⑦③ Titulaire(s) :

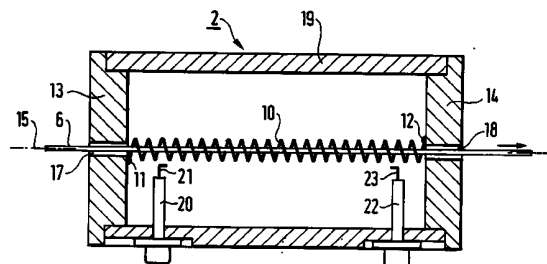
⑦④ Mandataire : *SOSPI Laroche Danièle.*

⑤④ Dispositif de mesure en continu et sans contact de l'épaisseur d'une mince couche conductrice sur un support isolant, du genre fibre ou ruban, qui défile.

⑤⑦ Dispositif de mesure en continu et sans contact de l'épaisseur d'une mince couche conductrice sur un support isolant, du genre fibre (6) ou ruban, qui défile, caractérisé par le fait qu'il comporte:

- un générateur micro-onde associé par des moyens de couplage à une cavité résonante comprenant un fil métallique en forme d'hélice (10) fixé à ses extrémités (11, 12) à deux plaques métalliques (13, 14), ledit support isolant étant susceptible de défiler sensiblement dans l'axe (15) de ladite hélice (10),

- des moyens de couplage de ladite cavité à un dispositif de détection (22, 23) du facteur de transmission de ladite cavité, directement fonction de ladite épaisseur, ladite mesure étant effectuée à fréquence constante.



Dispositif de mesure en continu et sans contact de l'épaisseur d'une mince couche conductrice sur un support isolant, du genre fibre ou ruban, qui défile

La présente invention concerne un dispositif de mesure en
5 continu et sans contact de l'épaisseur d'une mince couche conductrice sur un support isolant, du genre fibre ou ruban, qui défile.

Elle se rapporte particulièrement à la mesure d'un dépôt de carbone dont l'épaisseur est d'environ 0,1 μm sur une fibre de verre de diamètre 125 μm , qui se déplace le long de son axe, dans le bâti de
10 fibrage, à une vitesse comprise entre quelques dizaines de mètres et quelques centaines de mètres par minute.

On connaît un procédé optique de mesure sans contact du diamètre d'une fibre optique par défilement dans un faisceau laser ; la précision de la mesure est d'environ $\pm 0,2 \mu\text{m}$. Un tel procédé pourrait
15 être envisagé pour des dépôts dont l'épaisseur est supérieure à 1 μm , mais pas pour les épaisseurs visées par la présente invention.

Le brevet US-A- 4 952 226 décrit un procédé de ce genre basé sur la détection de la lumière d'un laser diffractée par une fibre, mais le résultat d'une telle mesure est très perturbé par les déplacements
20 latéraux de la fibre, pratiquement inévitables sur le bâti de fibrage.

On connaît par ailleurs des appareils de mesure disponibles commercialement, dont le principe est basé sur l'induction de courants de Foucault à très haute fréquence. Ces dispositifs permettent de mesurer des dépôts d'épaisseur supérieure à 5 μm sur des objets de
25 diamètre au moins égal à 1 mm. L'extrapolation de la méthode mise en oeuvre dans ces appareils à des objets de plus petit diamètre, munis de dépôts plus minces, n'est techniquement pas envisageable.

La présente invention a pour but de proposer un dispositif industriel permettant de réaliser sur une fibre qui défile une mesure
30 sans contact, préservant la résistance mécanique de la fibre.

La présente invention a pour objet un dispositif de mesure en continu et sans contact de l'épaisseur d'une mince couche conductrice sur un support isolant, du genre fibre ou ruban, qui défile, caractérisé par le fait qu'il comporte :

35 - un générateur micro-onde associé par des moyens de couplage à une

cavité résonante comprenant un fil métallique en forme d'hélice fixé à ses extrémités à deux plaques métalliques, ledit support isolant étant susceptible de défiler sensiblement dans l'axe de ladite hélice,
- des moyens de couplage de ladite cavité à un dispositif de détection
5 du facteur de transmission de ladite cavité, directement fonction de ladite épaisseur, ladite mesure étant effectuée à fréquence constante.

Il est tout à fait surprenant de constater que, lorsque ledit support, et notamment une fibre optique, défile dans l'hélice avec sa mince couche conductrice, la fréquence de résonance de la cavité reste
10 fixe ; seule l'amplitude du signal varie en fonction de l'épaisseur de la couche. Il n'est donc pas nécessaire d'accorder automatiquement la fréquence du générateur au cours de la mesure, ce qui impliquerait la mise en oeuvre de moyens complexes.

De préférence ladite hélice est blindée, c'est-à-dire enfermée
15 dans un conteneur métallique.

Pour une fibre optique de diamètre 125 μm , dont la couche de carbone est de l'ordre de 0,1 μm à 0,05 μm , on peut mettre en oeuvre une hélice d'une dizaine de centimètres constituée d'un fil métallique, et présentant un diamètre interne de l'ordre de 3 mm et un
20 pas de l'ordre de 2 à 3 mm.

Selon un mode de réalisation avantageux, ledit générateur micro-onde comprend un guide coaxial terminé par une antenne émettrice dipolaire ou homopolaire, susceptible d'émettre dans la direction du champ électrique de ladite hélice compatible avec la résonance ; ledit
25 dispositif de détection comprend une antenne réceptrice de structure analogue à celle de ladite antenne émettrice.

D'autres caractéristiques et avantages de la présente invention apparaîtront au cours de la description suivante de modes de réalisation donnés à titre illustratif mais nullement limitatif. Dans
30 le dessin annexé :

- La figure 1 est un schéma très simple du dispositif selon l'invention.
- La figure 2 est une vue schématique semi-coupée d'une cavité résonante appartenant au dispositif de la figure 1.
- 35 - La figure 3 montre le signal S (en mV) mesuré à la sortie de la

cavité selon l'invention en fonction de la fréquence f (GHz) du générateur micro-onde, pour des fibres munies de couches de carbone d'épaisseurs diverses.

- La figure 4 est une courbe montrant les variations du signal S (en 5 mV) mesuré lorsqu'une fibre défile à l'intérieur de la cavité selon l'invention.

- La figure 5 est un schéma d'une variante de dispositif selon l'invention.

On voit dans la figure 1 un générateur micro-onde 1 couplé à une 10 cavité résonante 2 dont on mesure le facteur de transmission à l'aide d'un détecteur 3 dont la sortie est connectée à un millivoltmètre 4.

La cavité résonante 2, visible plus en détail dans la figure 2, comprend une hélice 10 d'axe 15, constituée d'un fil métallique en argent ou laiton argenté, de diamètre 0,3 mm ; elle présente un 15 diamètre intérieur de 3 mm, un pas de 2 mm environ et une longueur de 10 cm ; ses extrémités 11 et 12 sont fixées à deux plaques métalliques 13 et 14, dites de court-circuit, et où sont prévues des ouvertures 17 et 18 d'un diamètre de 2 à 3 mm pour laisser le passage à une fibre optique 6 sensiblement dans l'axe 15. Il est souhaitable que l'hélice 20 10 soit blindée, c'est-à-dire enfermée dans une enceinte métallique de paroi 19, par exemple un cylindre de 30 mm de diamètre.

Le générateur micro-onde comporte un guide coaxial 20 terminé par une antenne monopolaire 21 dont l'extrémité est orientée parallèlement à l'axe 15. Cette antenne 21 induit un champ électrique 25 dans la direction correspondant au mode de résonance voulu dans la cavité. Grâce à une telle disposition, le champ se concentre où va défiler la fibre 6 à l'intérieur de l'hélice. Ce paramètre est extrêmement important pour la précision de la mesure.

Le détecteur 3 comporte un coaxial 22 avec une antenne 30 réceptrice 23 analogues au coaxial 20 et à l'antenne 21. Il convient de coupler de la même manière les antennes 21 et 23. Le résultat des mesures est lu sur un millivoltmètre 4.

Si on place dans l'hélice 10 des fibres 6 statiques munies de couches de carbone ayant diverses épaisseurs e et si l'on fait varier 35 la fréquence f du générateur, on lit un signal S (mV) reporté dans la

figure 3.

La courbe A correspond à la cavité sans fibre ; les courbes B, C, D, correspondent respectivement à des épaisseurs e telles que les résistances linéiques soient $2500 \text{ k}\Omega/\text{cm}$, $70 \text{ k}\Omega/\text{cm}$, $16 \text{ k}\Omega/\text{cm}$.

5 On observe que, contrairement à ce que l'on pouvait prévoir, la fréquence de résonance est la même, qu'il y ait ou non une fibre dans la cavité ; cette fréquence ne varie pas non plus avec l'épaisseur de la couche de carbone sur la fibre. Par ailleurs on constate que l'amplitude du signal ne dépend pas de la position latérale de la
10 fibre dans l'hélice 10 vis-à-vis de l'axe 15 ; cette amplitude ne dépend donc que de l'épaisseur e de la couche.

La mesure ne nécessite aucun recalage de fréquence, ce qui simplifie notablement le montage.

La figure 4 montre un enregistrement du signal S (mV) en
15 fonction du temps t de défilement de la fibre. Sur un second axe d'ordonnées le signal S est converti en épaisseurs e (en nanomètres).

Quand la fibre défile, la mesure exprime la valeur moyenne de l'épaisseur sur la longueur de fibre qui passe dans l'hélice 10. A une vitesse de défilement de 5 mètres/minute, la mesure est faite sur
20 environ 20 cm de fibre. Pour conserver cette définition à grande vitesse, il est nécessaire d'utiliser un voltmètre ayant une bande passante élevée, supérieure à 100 Hz pour des mesures d'environ 500 mètres/minute.

Dans l'exemple apparaissant dans la figure 4, l'épaisseur
25 moyenne de la couche mesurée est de 30 nm environ ; puis apparaît une brutale augmentation de l'épaisseur jusqu'à 70 nm qui crée une chute notable du signal S .

La mesure est très sensible dans la gamme d'épaisseurs de l'ordre de 50 nm correspondant à une résistance linéique de 10 à
30 $30 \text{ k}\Omega/\text{cm}$.

Il est possible d'accroître encore la sensibilité de la mesure en mettant en oeuvre le dispositif de la figure 5.

Ce dispositif est recommandé pour mesurer le facteur de transmission complexe de la cavité 2 (amplitude et phase du signal S).

35 Le signal issu du générateur 1 est séparé en deux signaux 31 et

32 à l'aide d'un coupleur directif 30. Le premier signal 31 passe dans un modulateur d'amplitude 35 connecté à un oscillateur 33 (à 1kHz par exemple) et pénètre dans la cavité 2.

Le second signal 32, qui sert de signal de référence, ainsi que le signal 34 détecté à la sortie de la cavité 2, aboutissent à un double mélangeur équilibré 36. Les signaux 37 et 38 qui en sortent sont traités par deux détecteurs synchrones 39 et 40, dont sont issus les deux signaux $S \sin \varphi$ et $S \cos \varphi$ déterminant l'amplitude et la phase du signal S. L'amplitude S peut être directement obtenue par un circuit analogique 41.

Bien entendu l'invention n'est pas limitée aux modes de réalisation qui viennent d'être décrits, aussi bien au niveau du traitement du signal qu'au niveau de la forme de l'hélice.

Ainsi l'hélice peut présenter des spires de forme rectangulaire ; elle peut être remplacée par des moyens équivalents adaptés à la section du support isolant qui la traverse.

20

25

30

35

REVENDEICATIONS

- 1/ Dispositif de mesure en continu et sans contact de l'épaisseur d'une mince couche conductrice sur un support isolant, du genre fibre ou ruban, qui défile, caractérisé par le fait qu'il comporte :
- 5 - un générateur micro-onde associé par des moyens de couplage à une cavité résonante comprenant un fil métallique en forme d'hélice fixé à ses extrémités à deux plaques métalliques, ledit support isolant étant susceptible de défiler sensiblement dans l'axe de ladite hélice, - des moyens de couplage de ladite cavité à un dispositif de détection
- 10 du facteur de transmission de ladite cavité, directement fonction de ladite épaisseur, ladite mesure étant effectuée à fréquence constante.
- 2/ Dispositif de mesure selon la revendication 1, caractérisé par le fait que ledit générateur micro-onde comprend un guide coaxial terminé par une antenne émettrice dipolaire ou homopolaire, susceptible
- 15 d'émettre dans la direction du champ électrique de ladite hélice compatible avec la résonance.
- 3/ Dispositif de mesure selon la revendication 2, caractérisé par le fait que ledit dispositif de détection comprend une antenne réceptrice de structure analogue à celle de ladite antenne émettrice.
- 20 4/ Dispositif de mesure selon l'une des revendications précédentes, caractérisé par le fait que, pour une fibre optique de diamètre 125 μm , dont la couche de carbone est de l'ordre de 0,1 μm à 0,05 μm , ladite hélice est formée d'un fil métallique, présente un diamètre interne de l'ordre de 3 mm, un pas de l'ordre de 2 à 3 mm et une
- 25 longueur de l'ordre d'une dizaine de centimètres.

30

35

1/3

FIG. 1

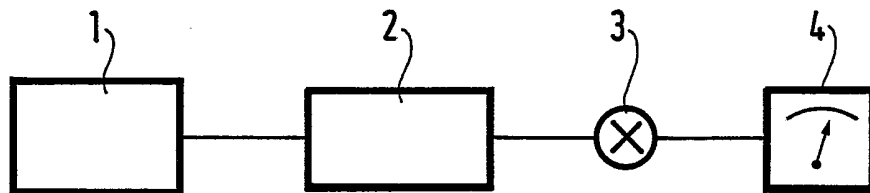
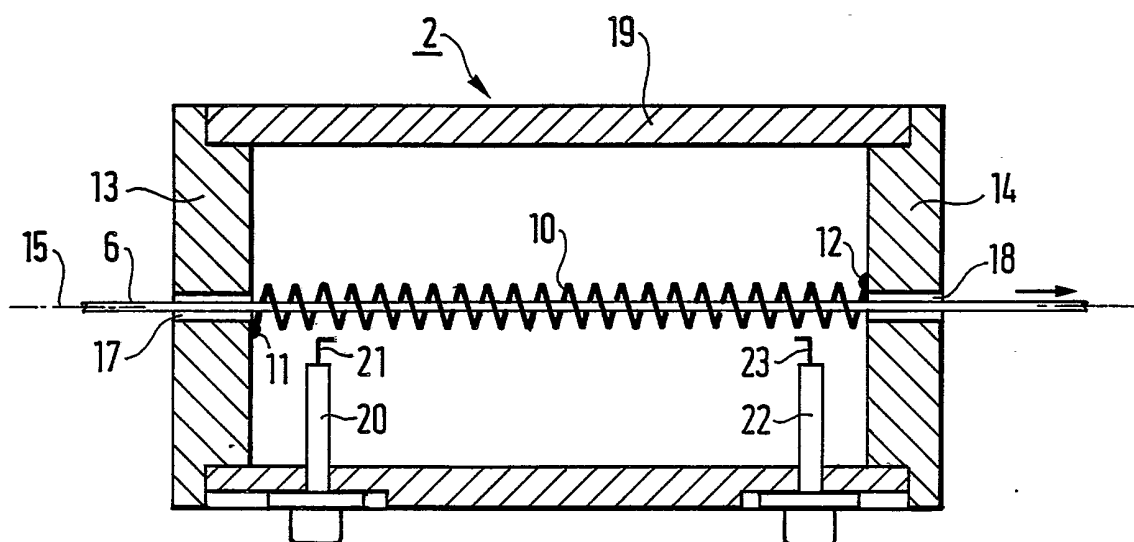
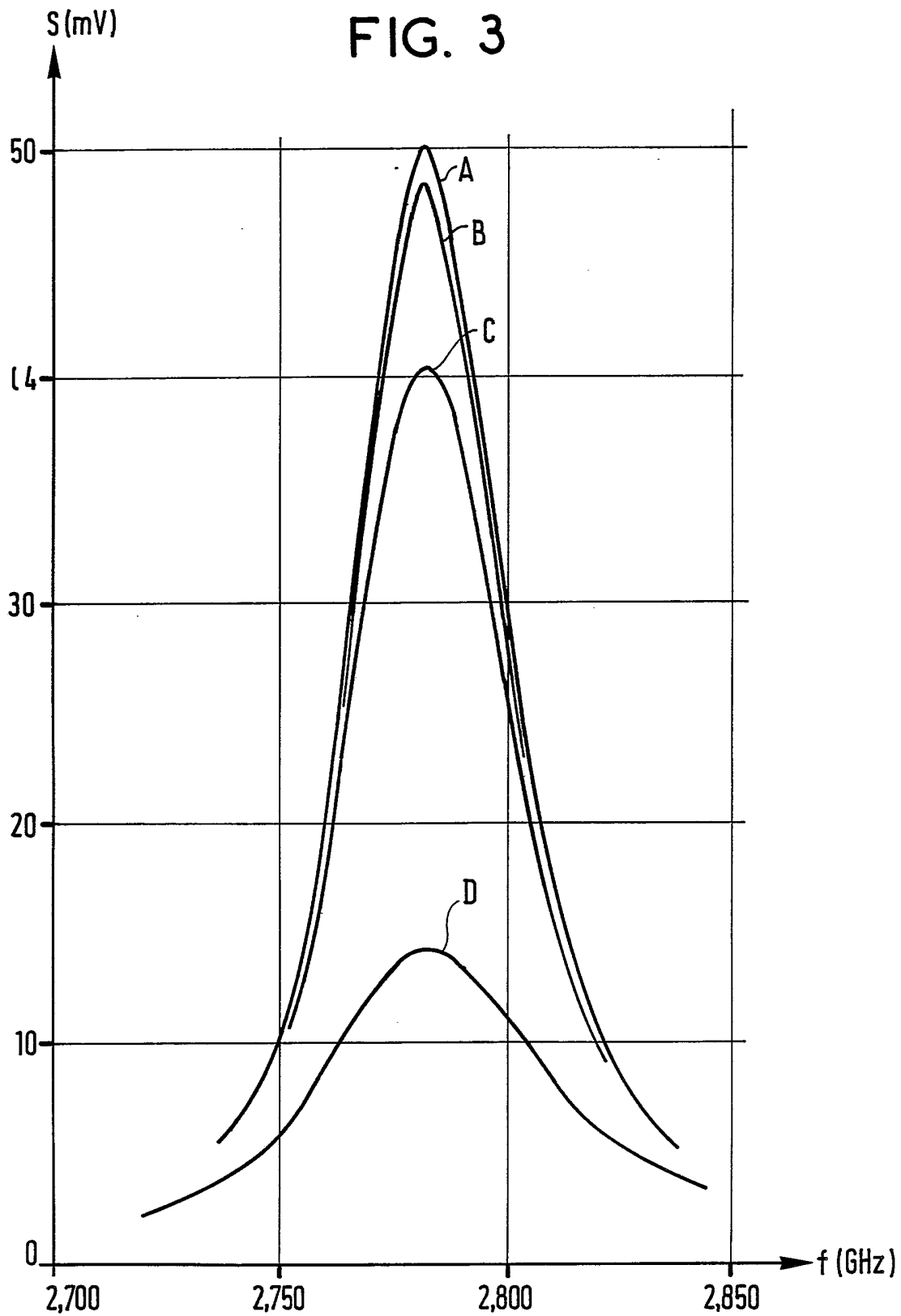


FIG. 2



2/3

FIG. 3



3/3

FIG. 4

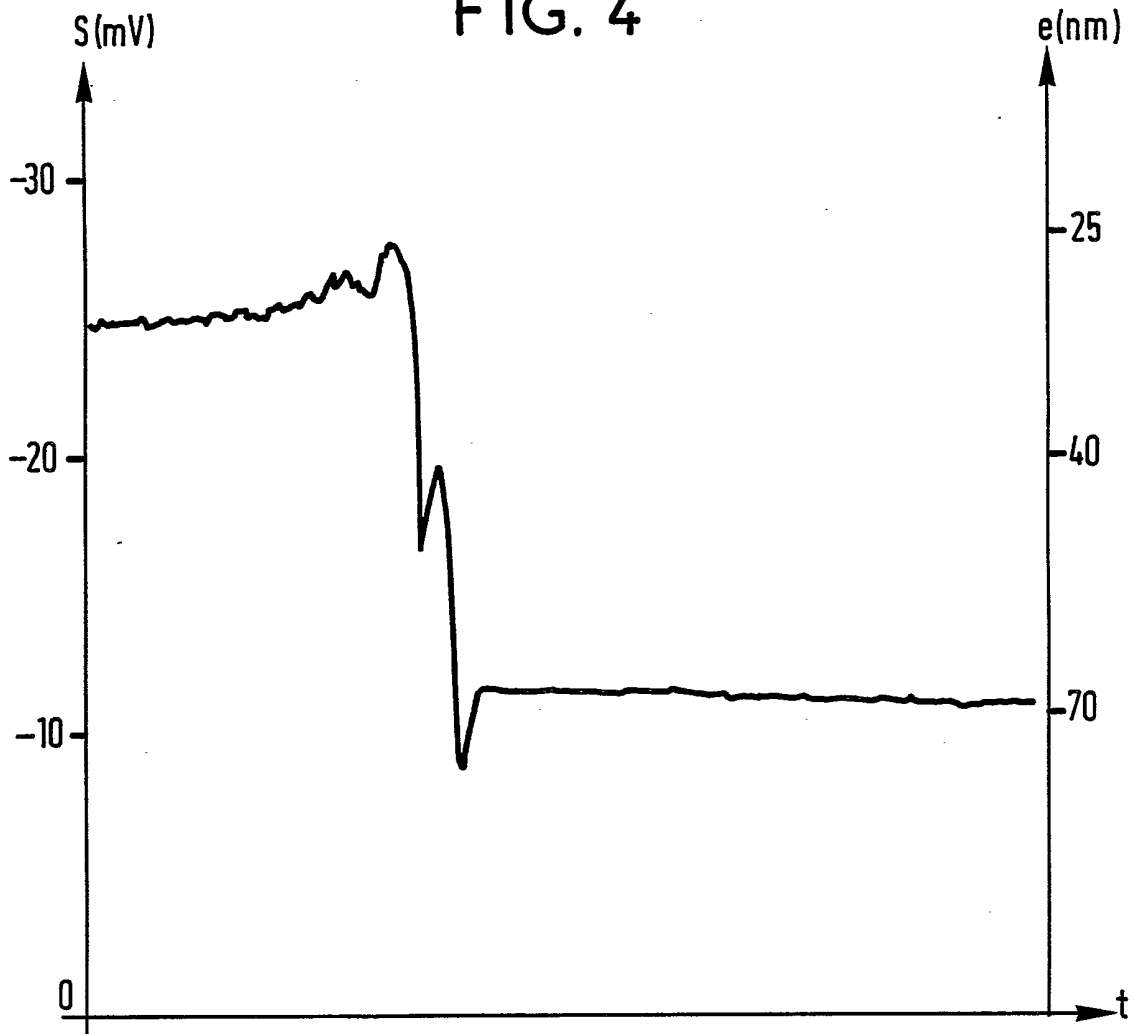
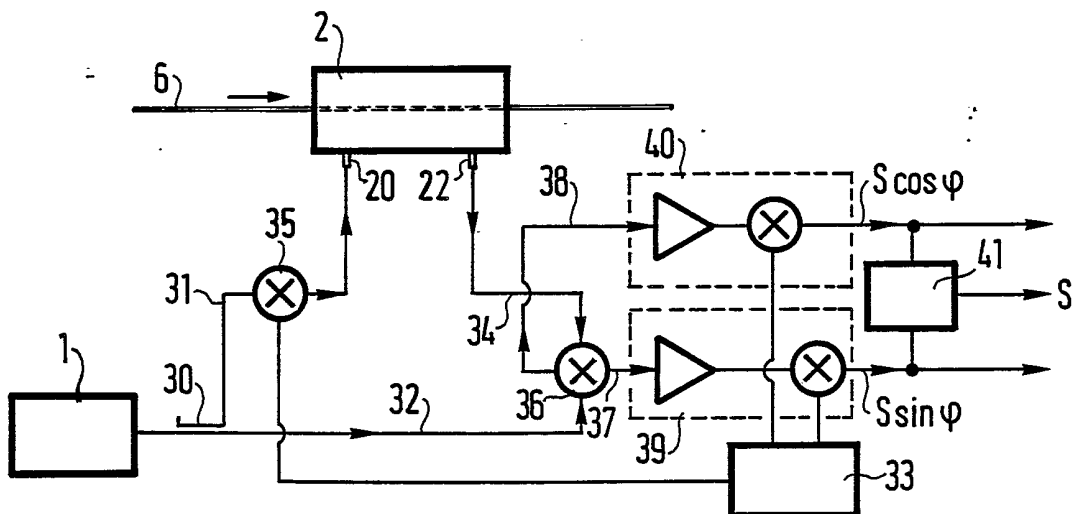


FIG. 5



INSTITUT NATIONAL
de la
PROPRIETE INDUSTRIELLE

RAPPORT DE RECHERCHE
établi sur la base des dernières revendications
déposées avant le commencement de la recherche

N° d'enregistrement
national

FR 9103878
FA 455484

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		Revendications concernées de la demande examinée
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	
A	DE-A-3 107 675 (ELEKTRO-PHYSIK HANS NIX & DR. ING. E. STEINGROEVER KG) * le document en entier * ---	1-3
A	GB-A-1 106 185 (N.B.AGDUR) * le document en entier * ---	1-3
A	US-A-2 548 598 (GEC) * le document en entier * ---	1-3
A	IEEE TRANSACTIONS ON INSTRUMENTATION AND MEASUREMENT 1 Mars 1974, pages 100 - 101; M.A. RZEPECKA: 'A MICROWAVE SYSTEM FOR MEASUREMENT OF THE DIAMETER OF THIN ELECTRIC FIBERS' ---	1-3
A	DE-A-3 927 394 (FRAUNHOFER-GESELLSCHAFT) * le document en entier * ---	1-3
A	US-A-3 401 333 (WESTERN ELECTRIC CO) * le document en entier * ---	1-3
A	US-A-2 491 418 (SOCONY VACUUM OIL CO.) * le document en entier * -----	1-3
Date d'achèvement de la recherche		Examinateur
18 DECEMBRE 1991		BROCK T. J.
<p style="text-align: center;">CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES</p> <p>X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : pertinent à l'encontre d'au moins une revendication ou arrière-plan technologique général O : divulgation non-écrite P : document intercalaire</p> <p>T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure. D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant</p>		

EPO FORM 1503 03.82 (P0413)