(12) DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITÉ DE COOPÉRATION EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)

(19) Organisation Mondiale de la Propriété Intellectuelle
Bureau international

(43) Date de la publication internationale
9 mars 2006 (09.03.2006)

PCT

(10) Numéro de publication internationale
WO 2006/024661 A1

(51) Classification internationale des brevets :
G01T 1/26 (2006.01)

(21) Numéro de la demande internationale :
PCT/EP2005/054318

(22) Date de dépôt international :
1 septembre 2005 (01.09.2005)

(25) Langue de dépôt : français

(26) Langue de publication : français

(30) Données relatives à la priorité :
0409335 3 septembre 2004 (03.09.2004) FR

(71) Déposant *(pour tous les États désignés sauf US)* : **COMMISSARIAT A L'ENERGIE ATOMIQUE** [FR/FR]; 31-33, rue de la Fédération, F-75015 PARIS (FR).

(72) Inventeurs; et

(75) Inventeurs/Déposants *(pour US seulement)* : **GUERRERO, Marie-Joséphine** [FR/FR]; 14, Place de la Louvière, F-94100 SAINT MAUR DES FOSSES (FR). **BERGONZO, Philippe** [FR/FR]; 6, rue des ruelles, F-91300 MASSY (FR). **TROMSON, Dominique** [FR/FR]; 7, passage Cassini, F-94800 VILLEJUIF (FR).

(74) Mandataire : **MARTIN, SCHRIMPF, WARCOIN, AHNER, TEXIER, LE FORESTIER, CALLON DE LAMARCK, COLLIN, TETAZ-CABINET REGIMBEAU**; 20, rue de Chazelles, F-75847 PARIS CEDEX 17 (FR).

(81) États désignés *(sauf indication contraire, pour tout titre de protection nationale disponible)* : AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

(84) États désignés *(sauf indication contraire, pour tout titre de protection régionale disponible)* : ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasien (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), européen (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Publiée :

— *avec rapport de recherche internationale*

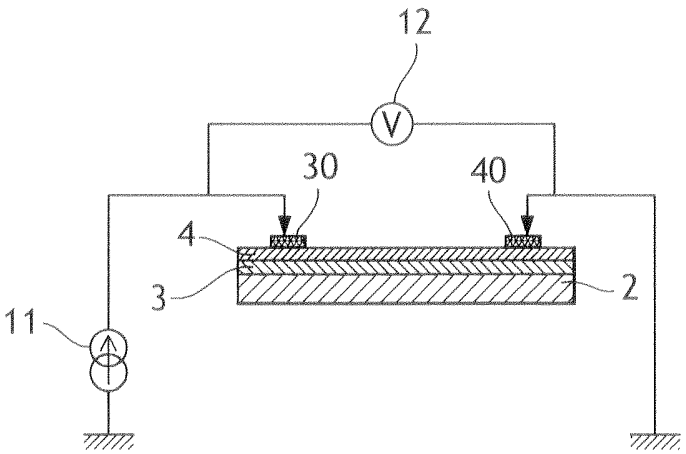
— *avant l'expiration du délai prévu pour la modification des revendications, sera republiée si des modifications sont reçues*

En ce qui concerne les codes à deux lettres et autres abréviations, se référer aux "Notes explicatives relatives aux codes et

[Suite sur la page suivante]

(54) **Title:** DETECTING DEVICE BASED ON A SYNTHETIC DIAMOND

(54) **Titre :** DETECTION A BASE DE DIAMANT SYNTHETIQUE



(57) **Abstract:** The invention relates to a detector comprising a sensing plate (2) formed of a thin synthetic diamond plate. The invention is characterized in that it comprises means (11, 4) for heating the sensing plate, said heating means comprising a thin heating plate (4) whose material is essentially constituted of carbon atoms. The invention also relates to a device comprising a detector of the aforementioned type, to a measuring method that uses said detector, and to a method for producing this detector.

(57) **Abrégé :** L'invention concerne un détecteur comportant une plaque (2) détectrice formée d'une plaque mince de diamant synthétique, caractérisé en ce qu'il comporte des moyens (11, 4) de chauffage de la plaque détectrice, lesdits moyens de chauffage comportant une plaque (4) mince de chauffage dont le matériau est constitué essentiellement d'atomes de carbone. L'invention concerne également un dispositif comportant un tel détecteur et un procédé de mesure utilisant un tel détecteur et un procédé de fabrication d'un tel détecteur.

WO 2006/024661 A1

abréviations" figurant au début de chaque numéro ordinaire de la Gazette du PCT.

DETECTION A BASE DE DIAMANT SYNTHETIQUE

DOMAINE TECHNIQUE GENERAL

La présente invention concerne la détection à base de diamant synthétique.

Plus précisément, elle concerne les détecteurs de rayonnements et particules, notamment de type X, gamma, électrons, protons.

Les détecteurs selon l'invention peuvent être utilisés pour la métrologie et le contrôle de sources de rayonnements, telles que les accélérateurs de particules utilisés dans le domaine médical (radiothérapie, radiologie, etc.) et/ou des sources de rayonnements de type synchrotron pour des applications telles que la mesure de doses de rayonnement, débit de doses de rayonnement, la détection de la position, de l'intensité et du profil d'un faisceau.

L'invention concerne également la fabrication de tels détecteurs.

ETAT DE L'ART

Le diamant naturel présente de nombreux intérêts pour la fabrication de détecteurs de rayonnement répondant à des conditions d'utilisations spécifiques, comme la détection de rayonnements en milieu hostile ou encore la métrologie de faisceaux X. C'est en effet un matériau résistant aux rayonnements, aux solutions acides et aux hautes températures (<600°C).

Pour la mesure en ligne ou la métrologie de rayonnements, divers critères sont également exigés en rapport avec l'application visée, comme par exemple la possibilité de fabriquer des couches très minces et/ou de numéro atomique faible, ou encore éviter l'utilisation de matériaux non équivalents tissu au voisinage du détecteur - un matériau équivalent tissu est un matériau dans lequel la dose de rayonnement déposée est proche de celle déposée dans le corps humain.

La métrologie (dose de rayonnement, profil de faisceau) sur des accélérateurs médicaux est en pleine expansion, et il faut pouvoir mesurer la dose de rayonnement et le débit de dose sous faisceau avec un matériau équivalent tissu. Les potentialités du diamant évaluées dans ce domaine montrent la possibilité de réaliser des dosimètres miniatures pouvant

permettre par exemple la mesure de la cartographie, ainsi que la mesure ponctuelle de dose.

De même, dans la métrologie des faisceaux X et des sources de lumière synchrotrons notamment, il faut pouvoir insérer, de manière permanente dans la ligne de lumière, un dispositif mince non perturbatif pour faire une mesure d'intensité, de position et de profil du faisceau lumineux.

L'utilisation de cristaux de diamant naturel comme détecteurs est connue, en particulier pour la radiothérapie médicale. Ces dispositifs ont de nombreux avantages.

Le diamant a en effet une résistance mécanique élevée et est également résistant aux environnements corrosifs et à de très fortes doses d'irradiation.

Le diamant, composé d'atomes de carbone, est un matériau peu nocif pour le corps humain, et peut présenter des avantages de biocompatibilité et de résistance aux environnements biomédicaux.

Le numéro atomique Z faible du diamant (Z=6) permet son utilisation pour la mesure de faisceau irradiant sans absorption significative ou totale. Le diamant peut donc être utilisé dans la métrologie 'en ligne'. On définira par la suite un matériau de faible Z lorsque son numéro atomique est inférieur ou égal à 8.

Le numéro atomique du diamant est proche du numéro atomique équivalent des tissus humains (7,42 pour les muscles, 5,94 pour la graisse, c'est à dire environ 7 en moyenne) et la dose en radiothérapie mesurée par un détecteur diamant peut être aisément rapportée à celle reçue par un patient : le diamant est un matériau équivalent tissus..

Les détecteurs de l'art antérieur sont de petite taille ce qui est un avantage pour les nouveaux traitements en radiothérapie (IMRT).

Les détecteurs précédents présentent cependant des inconvénients.

Leur fabrication est unitaire, c'est à dire que chaque échantillon de diamant naturel doit être présélectionné afin d'obtenir des gemmes présentant les caractéristiques adéquates aux mesures de dosimétrie médicale. Chaque gemme permet la réalisation d'un détecteur unique, la

taille réduite des échantillons naturels ne permettant pas de fabriquer plusieurs dispositifs dont les caractéristiques seraient identiques. Chaque détecteur doit être calibré et étalonné individuellement.

Il résulte de ce qui précède un coût prohibitif des détecteurs.

De plus, il n'est pas facile de garantir l'approvisionnement en diamants naturels dont les propriétés satisfont au cahier des charges.

Enfin, les performances des dispositifs en diamant naturel ne sont souvent garanties qu'à condition de prétraiter les détecteurs (par exemple par une pré-irradiation quotidienne). Cette étape impose un coût supplémentaire dû à la durée d'irradiation, ainsi qu'à l'indisponibilité de l'équipement pendant la durée du prétraitement.

Afin de résoudre ces inconvénients, on propose dans l'art antérieur d'utiliser des diamants synthétiques pour la fabrication des détecteurs.

Il est en effet possible de fabriquer du diamant synthétique. La technique de synthèse par dépôt chimique en phase vapeur (CVD ou « Chemical Vapor Deposition » selon la terminologie anglo-saxonne généralement utilisée par l'homme du métier) est la plus à même de permettre la fabrication d'un matériau présentant les performances souhaitées pour la détection de rayonnements.

La synthèse permet une réduction de coût des détecteurs, du fait des rendements de fabrication élevés.

On peut en effet effectuer une fabrication sur une grande surface et en série. Typiquement, les échantillons peuvent être synthétisés sur plusieurs centimètres de diamètre.

On peut également fabriquer des détecteurs en fonction de la demande, ce qui permet une optimisation des performances électriques par rapport à l'application souhaitée.

On peut enfin réaliser une mosaïque de détecteurs de caractéristiques identiques pour l'imagerie, et/ou effectuer une intégration des dispositifs à d'autres équipements.

Malheureusement, les techniques actuelles d'élaboration de diamant synthétique ne permettent aisément que la fabrication d'un matériau polycristallin à faible coût.

Or, les caractérisations des diamants synthétiques réalisés par CVD sur un substrat autre que diamant ont montré que les dernières limitations à l'amélioration des détecteurs sont liées au procédé de fabrication du diamant et proviennent de la nature polycristalline du matériau.

Des défauts électriques sont identifiés et peuvent être dus à la structure inhomogène du matériau (grains et joints de grains), mais aussi à la présence en faible concentration d'impuretés.

Ces caractéristiques du diamant synthétique font intervenir des phénomènes de piégeage et dépiégeage des porteurs de charges lors de l'utilisation du détecteur. Ces phénomènes sont responsables de l'évolution dans le temps de la sensibilité des détecteurs.

Les techniques de caractérisation couramment utilisées pour l'étude des concentrations de défauts dans le diamant synthétique ont permis de classifier les défauts électriques suivant plusieurs catégories. Chaque piège peut être défini par un niveau d'énergie dans la bande interdite du diamant. La modification de l'état de charge de ce niveau d'énergie (par dépiégeage et piégeage) en fonction de l'énergie thermique du détecteur permet de le définir. On distingue ainsi :

- les niveaux de pièges dont l'énergie thermique nécessaire au dépiégeage est inférieure à celle correspondant à la température ambiante. Les porteurs responsables du signal électrique sous irradiation peuvent être capturés sur ces niveaux à température ambiante et sont libérés quasi instantanément par activation thermique. Ce niveau de piège peut donc être considéré comme 'stable' ou inactif lors de l'utilisation du dispositif à température ambiante ;

- les niveaux de pièges profonds, dont l'énergie thermique nécessaire au dépiégeage est très élevée par rapport à celle correspondant à la température ambiante (température> 200°C). Sous irradiation, ces niveaux vont être progressivement "remplis" jusqu'à atteindre la saturation, l'énergie thermique à température ambiante étant alors insuffisante pour induire un phénomène de dépiégeage. Les porteurs générés ne sont alors plus perturbés et transitent librement dans le matériau. Ceci se traduit par un comportement stable du détecteur sous rayonnement lors de son utilisation

à température ambiante. La contribution de ces niveaux de pièges a longtemps été commentée dans le diamant puisque leur remplissage contribue à l'augmentation progressive de la sensibilité du détecteur. Cette étape de remplissage progressive des niveaux de pièges profonds est reconnue dans la littérature sous les appellations "pompage" ou "priming" ;

- les niveaux de pièges peu profonds, dont l'énergie thermique nécessaire au dépiégeage est proche de celle correspondant à la température ambiante. Ces niveaux sont contraignants pour l'utilisation de détecteurs en diamant pour des applications industrielles. En effet, la proximité de la température d'activation thermique des niveaux de pièges par rapport à la température ambiante contribue au dépiégeage progressif des porteurs de ces niveaux avec des constantes de temps pouvant atteindre plusieurs minutes selon les détecteurs. Ainsi, lorsqu'on stoppe l'utilisation d'un dispositif pour quelques instants, donc son irradiation, un phénomène transitoire sera observé lors de sa réutilisation. Ce phénomène est fortement contraignant puisqu'il impose à l'utilisateur de connaître l'antériorité de l'utilisation du dispositif sous rayonnements afin de pouvoir interpréter son comportement de détection. Les constantes de temps sont alors de l'ordre de quelques secondes à quelques heures, donc peuvent interférer avec l'utilisation journalière d'un dispositif industriel.

En conséquence, les performances électriques et de détection des détecteurs à diamant synthétique sont généralement moindres que celles d'un matériau naturel sélectionné drastiquement. La reproductibilité de la mesure peut être affectée, les temps de réponse peuvent être plus longs et les caractéristiques de détection non linéaires.

PRESENTATION DE L'INVENTION

L'invention propose de pallier ces inconvénients sans affecter les avantages du diamant synthétique.

Un but de l'invention est de proposer un détecteur ne présentant pas un dépiégeage transitoire des niveaux peu profonds dans le diamant synthétique.

Un des autres buts de l'invention est de proposer un détecteur qui permette une neutralisation de défauts de la couche polycristalline, pour une stabilisation de la réponse du détecteur en diamant polycristallin.

Un des buts de l'invention est de proposer un détecteur comportant du diamant synthétique qui puisse faire l'objet d'une fabrication industrielle, et ainsi avoir un faible coût.

Un des autres buts de l'invention est de proposer un détecteur qui puisse être de grande surface, ou en mosaïque.

Un des autres buts de l'invention est de proposer un détecteur intégré, de faible encombrement.

Un des autres buts de l'invention est de proposer un détecteur qui n'engendre qu'une très faible perturbation du rayonnement.

A cet effet, l'invention propose un détecteur comportant une plaque détectrice formée d'une plaque mince de diamant synthétique, caractérisé en ce qu'il comporte des moyens de chauffage de la plaque détectrice, lesdits moyens de chauffage comportant une plaque mince de chauffage compatible avec l'application de détection envisagée, c'est à dire dont le matériau présente les mêmes propriétés d'équivalence tissus que la plaque détectrice pour les applications médicales, ou les mêmes propriétés de transparence (faible Z) que la plaque détectrice pour les applications de métrologie de faisceau. La plaque mince de chauffage est avantageusement constituée d'un matériau essentiellement à base d'atomes de carbone.

L'invention est avantageusement complétée par les caractéristiques suivantes, prises seules ou en une quelconque de leur combinaison techniquement possible :

- la plaque détectrice est constituée de diamant polycristallin, dopé ou non ;
- le matériau de la plaque de chauffage est un matériau équivalent tissu pour les applications médicales,
- le matériau de la plaque de chauffage a un numéro atomique faible pour les applications de métrologie de faisceaux ;
- la plaque de chauffage est constituée soit de diamant synthétique, de type polycristallin dopé ou non, soit d'un matériau à liaisons carbonées, de type

carbone sous forme de diamant amorphe, diamant nanocristallin ou carbone sous forme de polymère amorphe, ou de graphite ;

- la plaque détectrice et la plaque de chauffage sont en contact l'une avec l'autre ;
- la plaque de chauffage est séparée de la plaque détectrice par une plaque intermédiaire électriquement isolante et dont le matériau a un numéro atomique au moins proche du numéro atomique du matériau de la plaque détectrice ;
- le matériau de la plaque intermédiaire est un matériau équivalent tissu pour les applications médicales,
- le matériau de la plaque intermédiaire a un numéro atomique faible pour les applications de métrologie de faisceaux ;
- la plaque intermédiaire est constituée soit de diamant synthétique, de type polycristallin dopé ou non, soit d'un matériau à liaisons carbonées, de type carbone sous forme de diamant amorphe, diamant nanocristallin ou carbone sous forme de polymère amorphe, ou de graphite ;
- la plaque de chauffage s'étend sensiblement au droit de toute la surface de la plaque détectrice ;
- la plaque détectrice et/ou la plaque de chauffage sont dopées ;
- l'élément dopant est le Bore et/ou le Phosphore et/ou l'Azote ;
- le détecteur comporte au moins une électrode de mesure en contact avec la plaque détectrice ;
- il comporte des électrodes pour le passage d'un courant dans la plaque de chauffage ;
- les électrodes sont à base soit de diamant synthétique, de type polycristallin dopé ou non, soit d'un matériau à base de liaisons carbonées, de type carbone sous forme de diamant amorphe, diamant nanocristallin, carbone sous forme de polymère amorphe, graphite, soit encore à base d'un métal ou d'un alliage métallique.

L'invention concerne également un dispositif de mesure comportant un tel détecteur.

L'invention concerne également un procédé de mesure utilisant un tel détecteur et un procédé de fabrication d'un tel détecteur.

PRESENTATION DES FIGURES

D'autres caractéristiques, buts et avantages de l'invention ressortiront de la description qui suit, qui est purement illustrative et non limitative, et qui doit être lue en regard des dessins annexés sur lesquels :

- les figures 1A à 1D représentent schématiquement en coupe longitudinale un premier mode de fabrication d'un détecteur selon l'invention ;
- les figures 2A à 2D représentent schématiquement en coupe longitudinale un deuxième mode de fabrication d'un détecteur selon l'invention ;
- les figures 3A à 3C représentent différentes positions possibles des électrodes sur la plaque détectrice ;
- la figure 4 représente schématiquement un dispositif de chauffage de la plaque de chauffage ; et
- les figures 5A et 5B représentent schématiquement différentes configurations d'électrodes en surface des plaques.

Sur l'ensemble des figures, les éléments similaires portent des références numériques identiques.

DESCRIPTION DETAILLEE

Afin de remédier au problème de dépiégeage transitoire des niveaux peu profonds dans un détecteur à base de diamant synthétique, une solution consiste à utiliser le détecteur à une température permettant de maintenir un état "stable" des populations piégées dans le matériau.

Au lieu de maintenir le dispositif à basse température afin de bloquer les porteurs piégés sur les niveaux remplis (solution qui vient naturellement à l'esprit), un procédé selon l'invention consiste au contraire à chauffer le détecteur à quelques dizaines de degrés (par exemple entre 50°C et 150°C). Le procédé selon l'invention évite ainsi l'emploi d'une installation d'équipements cryogéniques.

Des études récentes sur les paramètres physiques des niveaux de pièges concernés ont permis de montrer que le procédé selon l'invention pouvait fonctionner.

Il faut donc réaliser un détecteur avec un chauffage uniforme par un matériau ne perturbant pas la couche diamant détectrice ni le rayonnement à détecter.

Pour assurer l'élévation en température du détecteur, un chauffage électrique conventionnel ne peut cependant pas convenir, dans la mesure où les avantages du diamant (faible Z, équivalence tissu, inertie chimique, etc.) seraient caduques si un matériau supplémentaire, dont les caractéristiques physiques sont trop éloignées de celles du diamant, était présent dans le détecteur.

En effet, dans les applications médicales et de détection, le détecteur est intercalé sur le faisceau, mais ne doit pas lui faire écran ni le perturber. C'est donc non seulement la couche détectrice, mais également l'ensemble du détecteur qui ne doit pas être perturbatif vis à vis des rayonnements.

L'invention propose ainsi un détecteur comportant une plaque détectrice formée d'une plaque mince de diamant synthétique et des moyens de chauffage de la plaque détectrice. Les moyens de chauffage comportent une plaque mince de chauffage dont le matériau est un matériau équivalent tissu pour les applications médicales, ou a un numéro atomique faible pour les applications de métrologie de faisceaux.

Le matériau de la plaque mince de chauffage est constitué essentiellement d'atomes de carbone. Dans la suite de la présente description, on entend par « matériau constitué essentiellement d'atomes de carbone » un matériau dont la composition chimique, indépendamment de sa structure cristalline ou amorphe, comporte quasi exclusivement des atomes de carbone. Si d'autres composants chimiques sont présents dans le matériau, il s'agit alors de résidus ou de dopants. Le matériau s'approche alors d'un matériau « diamant ».

On a alors un matériau à la fois conducteur thermique et transparent aux rayonnements à détecter. L'absence de matériaux "non diamant" au voisinage du détecteur permet de ne pas perturber la mesure du faisceau avec des éléments étrangers, que ce soit pour une mesure de dose ou autre.

Ainsi, le matériau de la plaque de chauffage peut être du diamant, préférentiellement synthétique, ou un matériau à liaisons carbonées, comme par exemple du carbone sous forme de diamant amorphe ou

« Diamond Like Carbon » (DLC), du diamant nanocristallin, du carbone sous forme de polymère amorphe ou « Polymer Like Carbon », etc.

Dans tous les cas, le matériau de la plaque de chauffage utilisé est de faible résistivité, et l'injection d'un courant électrique permet son chauffage par effet Joule.

Avantageusement, la plaque de chauffage comporte une couche mince de diamant dopé, par du bore ou du phosphore ou de l'azote par exemple. Un tel dopage permet de donner à la plaque de chauffage une résistivité réduite par rapport au matériau intrinsèque. Il devient dès lors possible de faire circuler un courant électrique dans la plaque de chauffage permettant ainsi son élévation en température.

On comprend que la plaque de chauffage peut être toute couche de diamant ou de matériau à liaisons carbonées dont la résistivité aurait été réduite à l'issue d'un traitement particulier.

Un premier mode de fabrication possible consiste à intégrer au détecteur comportant une première plaque de détection en diamant une deuxième plaque dont le rôle est de permettre le chauffage du détecteur. Le couplage de cette plaque de chauffage de faible résistivité au diamant détecteur est idéalement faite par l'empilement de deux couches de résistivité différente lors de leur synthèse. Par exemple une couche dopée de quelques dizaines de microns peut être directement déposée sur la couche de diamant intrinsèque utilisée pour la détection de particules ou photons incidents.

Un deuxième mode de fabrication possible consiste à utiliser deux couches distinctes, l'une de faible résistivité pour le chauffage et l'autre de forte résistivité pour la détection, et de les mettre en contact mécaniquement.

Il peut s'avérer intéressant d'intercaler entre les deux couches une couche intermédiaire dont le rôle serait d'isoler électriquement le détecteur - dans lequel des courants très faibles doivent rester mesurables - de la partie chauffage - où des densités de courant élevées peuvent être nécessaires. La couche intermédiaire est également constituée d'un matériau équivalent tissu pour les applications médicales, ou a un numéro

atomique faible pour les applications de métrologie de faisceaux, pour être non perturbatif.

La fabrication de modes de réalisation possibles du détecteur est détaillée dans les développements qui suivent.

PREMIER MODE DE REALISATION ET DE FABRICATION

La Fig. 1A montre que lors d'une première étape, on effectue une croissance, sur un substrat 1, du matériau diamant synthétique 2 pour la détection de rayonnements.

La synthèse du diamant s'effectue par dépôt chimique en phase vapeur (CVD), éventuellement assisté d'un plasma (« Plasma Enhanced CVD » (PECVD)), par exemple de type micro-ondes.

La technique de synthèse de la couche de diamant 2 est connue de l'homme du métier et permet d'obtenir un échantillon de diamant 2 polycristallin si la synthèse a lieu sur un substrat 1 différent du diamant (hétéroépitaxie) et un échantillon 2 monocristallin dans le cas d'une homoépitaxie.

Les développements qui suivent s'appliquent à une hétéroépitaxie sur substrat 1 de silicium, le principe étant le même pour une homoépitaxie, avec toutefois une restriction pour la dimension du substrat 1 de croissance et donc celle du détecteur final.

Les conditions de dépôt pour l'obtention d'un matériau diamant de détection sont référencées dans la littérature. Elles sont propres à chaque réacteur et optimisées pour obtenir un matériau de qualité électronique.

Dans le cas d'un réacteur de PECVD classique, ces conditions varient typiquement entre 1.5kW et 5kW de puissance micro-ondes, 70 torr à 125 torr de pression dans l'enceinte de dépôt, 750 à 950° C pour la température de dépôt. Le plasma micro-onde est obtenu par dissociation d'un mélange gazeux d'hydrogène et méthane avec adjonction éventuelle d'oxygène.

L'épaisseur de la couche 2 formant la plaque détectrice obtenue varie entre 20 et 500 microns selon les applications visées (détection de

particules alpha, rayonnements X, etc.) sur des substrats 1 entiers de 2 à 5 pouces ou des échantillons prédécoupés.

Après la synthèse de la plaque 2, l'échantillon peut être sorti du premier réacteur de croissance pour être transféré dans un réacteur permettant le dopage du matériau de la plaque 2. Préférentiellement, la plaque 2 est dopée par du bore ou du phosphore ou de l'azote par exemple. L'étape de dopage de la plaque 2 détectrice est optionnelle.

La synthèse d'une plaque 3 intermédiaire sous forme d'une couche mince superposée à la plaque 2 s'effectue lors d'une deuxième étape, dans le réacteur de dopage et sans incorporation intentionnelle d'impuretés. L'épaisseur de la couche 3 est typiquement de quelques microns. Le matériau de la plaque intermédiaire 3 obtenu est intrinsèque avec des impuretés résiduelles de dopants.

Lors d'une troisième étape, la synthèse de la plaque 4 de chauffage sous forme d'une couche mince a lieu par CVD avec incorporation volontaire d'impuretés par reprise de croissance sur la couche 3 intermédiaire. L'épaisseur de la couche 4 est typiquement d'environ 10 microns. Les impuretés peuvent par exemple être des atomes de bore en concentration variable, 10^{15} à 10^{21} at/cm^3 par exemple. Cette technique de dopage répertoriée dans la littérature permet d'obtenir des couches de résistivités variables selon la concentration de dopants incorporée. Le matériau de la plaque 4 est préférentiellement dopé, mais peut également être non dopé.

L'empilement de matériaux obtenu après les trois étapes successives est représenté à la figure 1A.

La plaque 3 sert d'isolant entre la plaque détectrice 2 et la plaque de chauffage 4. La résistivité de la plaque 3 est supérieure à celle de la plaque 4. La présence d'une plaque intermédiaire 3 est optionnelle. On peut effectuer le dépôt de la plaque 4 de chauffage directement sous forme d'une couche sur la plaque 2 détectrice.

Lors d'une quatrième étape représentée à la figure 1B, le substrat 1 de silicium ayant servi de support de croissance dans la première étape est enlevé. Le substrat 1 peut être enlevé par gravure chimique à l'aide d'un

mélange HF :HNO_3. La composition chimique du mélange permet de graver sélectivement le substrat 1 de croissance en laissant intactes les couches 2, 3 et 4 obtenues dans les trois premières étapes décrites ci-dessus.

La figure 1C montre que des électrodes 10 et 20 permettant la polarisation de la plaque 2 et la mesure d'un signal peuvent être déposées lors d'une cinquième étape par évaporation sur le matériau de la plaque 2.

La figure 1D montre que des contacts 30 et 40 sont également réalisés lors d'une sixième étape sur une face supérieure de la plaque 4 dopée. Les contacts 30 et 40 servent à l'alimentation du chauffage.

La géométrie, l'épaisseur des contacts 10, 20, 30 et 40, ainsi que le matériau employé pour les contacts 10, 20, 30 et 40 sont adaptés selon les applications visées.

Par exemple, pour des applications médicales, les contacts 10, 20, 30 et 40 seront en carbone, en matériau à liaisons carbonées ou en matériau équivalent tissu, afin de ne pas perdre les avantages du diamant de la plaque détectrice 2. Les électrodes 10, 20, 30 et 40 sont par exemple à base de diamant synthétique, de type polycristallin dopé ou non, ou d'un matériau à base de liaisons carbonées, tel que du carbone sous forme de diamant amorphe ou « Diamond Like Carbon » (DLC), du diamant nanocristallin, du carbone sous forme de polymère amorphe ou « Polymer Like Carbon », ou du graphite.

Pour des applications non médicales, par exemple de contrôle de faisceau, on peut également envisager d'évaporer des métaux ou des alliages de métaux dont le contact avec le diamant de la plaque 4 et de la plaque 2 est ohmique, en adaptant l'épaisseur évaporée selon les besoins. Les métaux que l'on peut employer sont par exemple l'or ou un alliage Ti/Pt/Au. On citera par exemple, une évaporation d'or de 20 nm pour obtenir une couche semi-transparente.

Les dépôts des contacts 10, 20, 30 et 40 sont réalisés selon la précision demandée, à travers des masques métalliques ou par lithographie. Toutes les techniques d'évaporation de contacts font partie des connaissances générales, et les techniques et les matériaux ont été largement répertoriés dans la littérature. Le dépôt des contacts 10, 20, 30 et

40 peut être réalisé par évaporation par effet Joule ou canon à électrons, ou toute autre technique connue de l'homme du métier. Les figures 1C et 1D représentent une configuration possible des contacts 10, 20, 30 et 40, d'autres configurations de polarisation et de chauffage sont décrites de façon plus détaillée par la suite.

DEUXIEME MODE DE REALISATION ET DE FABRICATION

La Fig. 2A montre que lors d'une première étape, on effectue une croissance, sur un substrat 1, du matériau diamant synthétique 2 pour la détection de rayonnements. Cette étape est en tout point identique à la première étape décrite précédemment.

Lors d'une deuxième étape optionnelle, on peut effectuer la croissance d'une couche intermédiaire 3 sur la plaque 2. Cette couche 3 a le même rôle que celle décrite dans la deuxième étape précédente, et peut être obtenue dans les mêmes conditions. La couche 3 peut également être obtenue dans le réacteur de croissance intrinsèque. A l'issue de la synthèse des couches 2 et 3, l'échantillon est sorti du réacteur de croissance pour effectuer l'assemblage du dispositif.

Lors d'une troisième étape représentée à la Fig. 2B, on effectue un assemblage de la plaque 4 de chauffage.

La plaque 4 permettant l'élévation en température de la plaque 2 peut être plus généralement un matériau diamant ayant subi un traitement permettant de diminuer sa résistivité, un matériau à liaisons carbonées, (diamant obtenu par d'autres techniques de croissance, DLC, diamant nanocristallin, polymer like carbon, etc.) ou un matériau de faible résistivité et équivalent tissu pour les applications médicales, ou de faible Z pour les applications de métrologie de faisceaux de rayonnement. .

La plaque 4 peut être assemblée mécaniquement sur les couches 2 et 3 précédentes. Il peut s'agir d'un simple contact, d'un collage, d'une adhérence moléculaire, etc.

La réalisation d'un couplage mécanique entre les plaques 2 détectrice et 4 de chauffage – éventuellement par l'intermédiaire de la plaque intermédiaire 3 - a l'avantage de permettre l'association de matériaux dont la croissance directe d'une couche sur l'autre n'est pas possible. L'éventail de choix pour les matériaux des différentes plaques 2, 3 et 4 est alors beaucoup plus large et peut ainsi être adapté aux applications visées. En contrepartie, un assemblage mécanique peut présenter une homogénéité de chauffage inférieure à celle d'un détecteur réalisé par croissance directe de couches.

Le dépôt des contacts 10, 20, 30 et 40 représentés à la figure 2D est identique à celui effectué dans le premier mode de réalisation et décrit aux figures 1C et 1D.

FONCTIONNEMENT

On distingue deux parties géométriquement distinctes dans le fonctionnement du détecteur. On a d'une part la détection de rayonnement par la couche 2 de diamant intrinsèque optimisée, et d'autre part l'élévation en température de celle-ci par la plaque 4 de chauffage.

La détection de rayonnement est fondée sur le principe d'une chambre à ionisation. La figure 3A montre que le rayonnement ionisant 5 interagit avec le matériau diamant de la plaque 2 et crée des porteurs libres du type électrons 6 et trous 7 qui, sous l'action d'un champ électrique 8 appliqué sur l'échantillon, sont collectés au niveau des électrodes 10 et 20 donnant lieu à un signal électrique mesurable.

Le diamant permet ce mode de fonctionnement du fait de la largeur de sa bande interdite à température ambiante (5.5 eV).

La figure 3A montre que les électrodes 10 et 20 peuvent être évaporées sur chaque face de la plaque 2 de diamant.

Les figures 1C, 1D, 2D et 3C montrent que les électrodes 10 et 20 peuvent être sur la même face de la plaque 2 de diamant. La figure 5A montre que les électrodes 10 et 20 peuvent être en configuration de contacts coplanaires sur la même face de la plaque 2 de diamant, et la figure 5B montre que les électrodes 10 et 20 peuvent être interdigitées sur la même face de la plaque 2 de diamant.

Selon une variante, on utilise le fait que la couche intermédiaire 3 peut servir de contact arrière. La figure 3B montre ainsi qu'un dépôt conducteur 10 est évaporé sur la couche 3 pour permettre l'application d'une tension à la plaque 2 grâce à des moyens 9, formant par exemple source de tension. Le signal créé par le rayonnement est alors enregistré grâce à l'électrode 20 sur la face avant de la plaque 2.

Deux modes de fonctionnement peuvent être utilisés : le mode comptage et le mode courant. Ces deux modes de fonctionnement sont connus en instrumentation.

La figure 4 montre un dispositif permettant de chauffer la plaque 2 à l'aide de la plaque mince 4 de faible résistivité.

Des moyens 11, formant par exemple source de courant, permettent de produire un courant (de 1mA à 10mA) et de le faire passer à travers la couche 4, entre les électrodes 30 et 40 en surface de la couche 4. Le passage du courant permet d'augmenter la température de la couche 4. L'échauffement dû à la circulation des porteurs électriques est sensible et peut être aisément contrôlé par la régulation de la densité de courant.

La température de fonctionnement de la plaque 2 détectrice est comprise entre 50°C et 150°C.

Une calibration en fonction du niveau de dopage de la couche 4, de l'épaisseur et de la géométrie du détecteur permet de connaître les valeurs de courants nécessaires à l'élévation souhaitée de la température.

De même, la calibration peut aussi permettre la mesure de la tension résiduelle grâce à des moyens 12 formant voltmètre et branchés entre les électrodes 30 et 40 lors de la mesure de courant, afin de connaître la résistivité instantanée de la plaque de chauffage 4, et donc permettre de connaître sa température.

Pour éviter que le courant du chauffage ne vienne perturber le signal du détecteur, on utilise la couche intermédiaire 3 de diamant décrite dans les dispositifs précédents. La couche intermédiaire 3 permet de séparer le courant du chauffage et le courant de détection.

Les électrodes 30 et 40 peuvent être sur la même face de la plaque 4 de chauffage. De même que pour les électrodes 10 et 20, les électrodes 30

et 40 peuvent être en configuration de contacts coplanaires ou interdigitées sur la même face de la plaque 4 de chauffage.

Le fonctionnement du détecteur dans le mode de détection de rayonnement nécessite des calibrations préalables.

Avant utilisation, la plaque 2 détectrice est caractérisée sous rayonnement. La réponse du détecteur est analysée en fonction de la température de mesure ainsi que de l'historique concernant les irradiations. On peut ainsi étudier le comportement du dispositif de détection en fonction de la population des niveaux de pièges. La température optimale de fonctionnement du détecteur, à savoir celle où la température de mesure n'influence pas la stabilité est ainsi déterminée.

La plaque de chauffage 4 est elle aussi caractérisée avant utilisation du dispositif, par le contrôle du niveau de courant dans le matériau de chauffage, afin d'obtenir la température de consigne définie d'après les caractérisations précédentes.

Après chaque utilisation, une remise à zéro du détecteur peut être réalisée simplement par un bref chauffage du détecteur à haute température (supérieure à 200°C et jusqu'à typiquement 400°C). Ensuite, avant la première utilisation, une irradiation préalable du détecteur est effectuée de façon à se placer toujours dans le même état de remplissage des niveaux de pièges. La dose de rayonnement nécessaire à l'équilibre du détecteur est déterminée par une caractérisation préalable.

Au dispositif prêt à fonctionner, on peut joindre une fiche de calibration et des consignes d'utilisation comprenant :

- la dose nécessaire pour la pré-irradiation ;
- la température optimale de fonctionnement appelée également « température de consigne » ;
- le niveau de courant à appliquer dans la couche 4 de chauffage pour l'obtention de la température de consigne ;
- la température nécessaire à la remise à zéro du dispositif (vidage des niveaux de pièges) appelée également « température de nettoyage » ;

- le niveau de courant à appliquer dans la couche 4 de chauffage pour l'obtention de la température de nettoyage.

L'invention est avantageusement utilisée pour la détection de rayonnement pour la radiothérapie et la mesure de dose de faisceaux, dans des moniteurs de faisceaux X et des positionneurs. En radiothérapie notamment, le dispositif permet la mesure de dose et de débit de dose du faisceau avant l'irradiation du patient, à une température de chauffage qui n'est pas dangereuse pour le patient. Le dispositif étant conçu entièrement en matériau au moins proche d'un équivalent tissu, les facteurs de corrections usuellement employés ne sont pas nécessaires, la simplification et la précision de la mesure s'en trouvent ainsi accrues. Le dispositif peut comporter des moyens pour former un détecteur quatre quadrants.

REVENDICATIONS

1. Détecteur comportant une plaque (2) détectrice formée d'une plaque mince de diamant synthétique, caractérisé en ce qu'il comporte des moyens (11, 4) de chauffage de la plaque détectrice, lesdits moyens de chauffage comportant une plaque (4) mince de chauffage dont le matériau est constitué essentiellement d'atomes de carbone.

2. Détecteur selon la revendication 1, caractérisé en ce que la plaque (2) détectrice est constituée de diamant polycristallin, dopé ou non.

3. Détecteur selon l'une des revendications 1 à 2, caractérisé en ce que la plaque (4) de chauffage est constituée soit de diamant synthétique, de type polycristallin dopé ou non, soit d'un matériau à liaisons carbonées, de type carbone sous forme de diamant amorphe, diamant nanocristallin, carbone sous forme de polymère amorphe, ou graphite.

4. Détecteur selon l'une des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que la plaque détectrice (2) et la plaque (4) de chauffage sont en contact l'une avec l'autre.

5. Détecteur selon l'une des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que la plaque (4) de chauffage est séparée de la plaque (2) détectrice par une plaque (3) intermédiaire électriquement isolante et dont le matériau est constitué essentiellement d'atomes de carbone.

6. Détecteur selon la revendication 5, caractérisé en ce que la plaque intermédiaire (3) est constituée soit de diamant synthétique, de type polycristallin dopé ou non, soit d'un matériau à liaisons carbonées, de type carbone sous forme de diamant amorphe, diamant

nanocristallin, carbone sous forme de polymère amorphe, ou graphite.

7. Détecteur selon l'une des revendications 1 à 6, caractérisé en ce que la plaque (4) de chauffage s'étend sensiblement au droit de toute la surface de la plaque (2) détectrice.

8. Détecteur selon l'une des revendications 1 à 7, caractérisé en ce que la plaque (2) détectrice et/ou la plaque (4) de chauffage sont dopées.

9. Détecteur selon la revendication 8, caractérisé en ce que l'élément dopant est le Bore et/ou le Phosphore et/ou l'Azote.

10. Détecteur selon l'une des revendications 1 à 9, caractérisé en ce qu'il comporte au moins une électrode (10, 20) de mesure en contact avec la plaque détectrice (2).

11. Détecteur selon l'une des revendications 1 à 10, caractérisé en ce qu'il comporte des électrodes (30, 40) pour le passage d'un courant dans la plaque de chauffage (4).

12. Détecteur selon la revendication 11, caractérisé en ce que les électrodes sont à base soit de diamant synthétique, de type polycristallin dopé ou non, soit d'un matériau à base de liaisons carbonées, de type carbone sous forme de diamant amorphe, diamant nanocristallin, carbone sous forme de polymère amorphe, graphite, soit encore à base d'un métal ou d'un alliage métallique.

13. Détecteur pour la métrologie de faisceaux de rayonnement selon l'une des revendications 1 à 12 , caractérisé en ce que les matériaux de la plaque détectrice (2), de la plaque (4) de chauffage, et de la plaque intermédiaire (3), sont des matériaux de numéro atomique inférieur ou égal à 8.

14. Détecteur pour dosimétrie médicale selon l'une des revendications 1 à 12, caractérisé en ce que les matériaux de la plaque détectrice (2), de la plaque (4) de chauffage, et de la plaque intermédiaire (3), sont des matériaux équivalents tissus.

15. Dispositif d'imagerie, caractérisé en ce qu'il comporte au moins un détecteur selon l'une des revendications 1 à14.

16. Dispositif selon la revendication 15, caractérisé en ce qu'il comporte des moyens pour former un détecteur quatre quadrants.

17. Procédé de mesure par une plaque (2) détectrice formée d'une plaque mince de diamant synthétique, caractérisé en ce qu'il comporte l'étape consistant à chauffer la plaque détectrice par des moyens (11, 4) de chauffage, lesdits moyens de chauffage comportant une plaque (4) mince de chauffage dont le matériau est constitué essentiellement d'atomes de carbone.

18. Procédé selon la revendication 17, caractérisé en ce qu'il comporte l'étape consistant à, lors d'une mesure, porter la température de la plaque (2) détectrice à une température de fonctionnement comprise entre 50°C et 150°C.

19. Procédé selon la revendication 17, caractérisé en ce qu'il comporte l'étape consistant à, entre deux mesures, porter la température de la plaque (2) détectrice à une température de remise à zéro supérieure à 200°C.

20. Procédé de fabrication d'un détecteur comportant une plaque (2) détectrice formée d'une plaque mince de diamant synthétique, caractérisé en ce qu'il comporte une étape consistant à coupler une plaque (4) mince de chauffage de la plaque (2) détectrice à ladite

plaque (2) détectrice, le matériau de la plaque (4) de chauffage étant constitué essentiellement d'atomes de carbone.

21. Procédé selon la revendication 20, caractérisé en ce qu'il comporte une étape consistant à effectuer le couplage en déposant la plaque (4) de chauffage sous forme d'une couche mince par dépôt chimique en phase vapeur.

22. Procédé selon la revendication 20, caractérisé en ce qu'il comporte une étape consistant à effectuer le couplage de façon mécanique de la plaque (4) de chauffage au droit de la plaque détectrice (2).

23. Procédé selon l'une des revendications 20 à 22, caractérisé en ce qu'il comporte une étape consistant à effectuer le couplage par l'intermédiaire d'une plaque intermédiaire (3) dont le matériau est constitué essentiellement d'atomes de carbone.

24. Procédé selon la revendication 23, caractérisé en ce qu'il comporte une étape consistant à déposer la plaque intermédiaire (3) sur la plaque (2) détectrice sous forme d'une couche mince par dépôt chimique en phase vapeur.

25. Procédé selon l'une des revendications 20 à 24, caractérisé en ce qu'il comporte une étape consistant à déposer des électrodes (10, 20, 30, 40) sur la plaque détectrice et la plaque de chauffage.

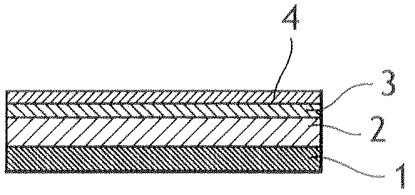


FIG.1A

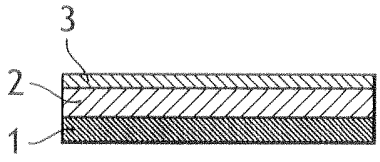


FIG.2A

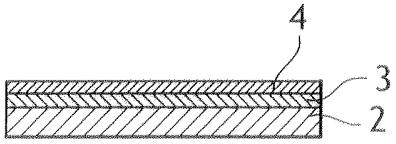


FIG.1B

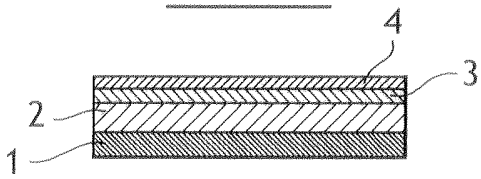


FIG.2B

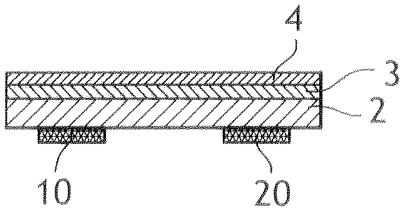


FIG.1C

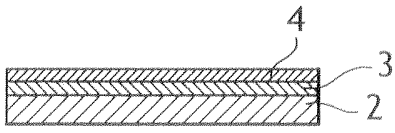


FIG.2C

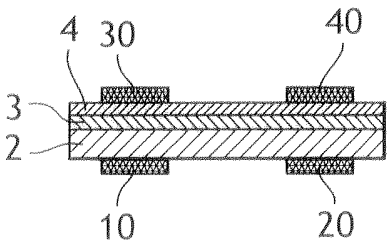


FIG.1D

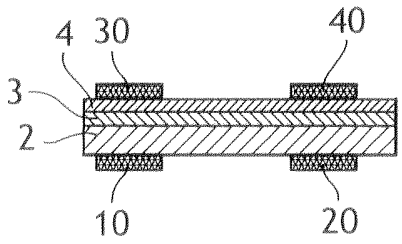


FIG.2D

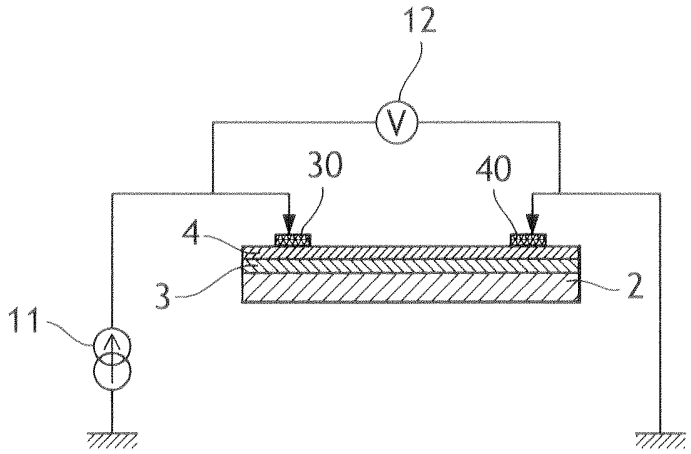


FIG.4

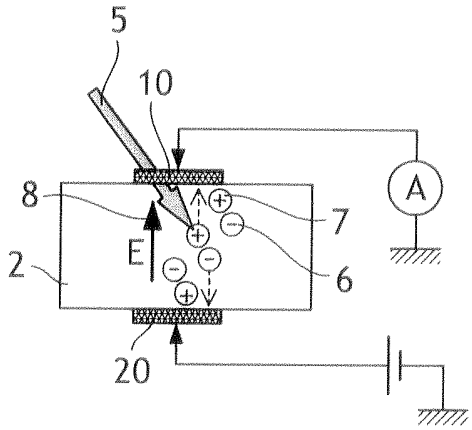


FIG.3A

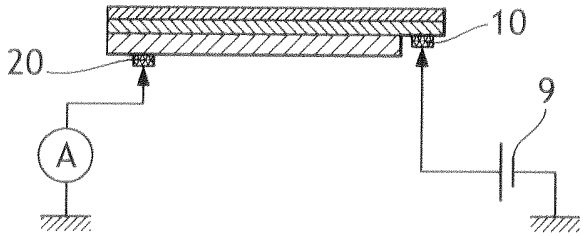


FIG.3B

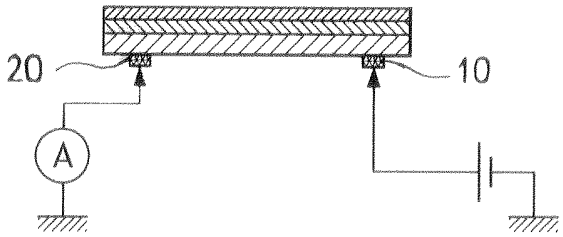


FIG.3C

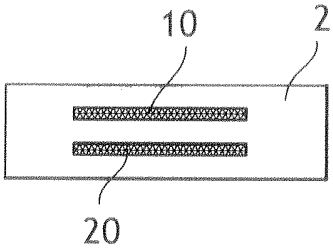


FIG.5A

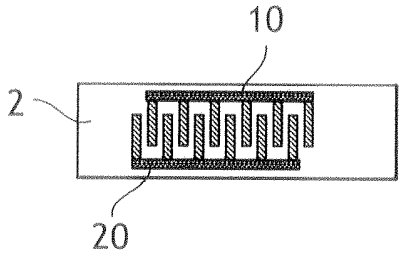


FIG.5B

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2005/054318

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
G01T1/26

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
G01T

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)
EPO-Internal, WPI Data, PAJ

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 4 465 932 A (BURGEMEISTER ET AL) 14 August 1984 (1984-08-14) claims 2,3	1,17,20
A	EP 0 239 239 A (DE BEERS INDUSTRIAL DIAMOND DIVISION LIMITED) 30 September 1987 (1987-09-30) abstract; figure 1	1,17,20
A	US 3 665 193 A (STANISLAV FEDOROVICH KOZLOV ET AL) 23 May 1972 (1972-05-23) abstract column 3, line 18 - line 39 column 4, line 45 - line 60 claims 3,4	1,17,20

-/--

[X] Further documents are listed in the continuation of Box C.

[X] See patent family annex.

* Special categories of cited documents :

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier document but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
6 February 2006	15/02/2006

Name and mailing address of the ISA/	Authorized officer
European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL – 2280 HV Rijswijk Tel. (+31–70) 340–2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31–70) 340–3016	Anderson, A

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2005/054318

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 2 760 078 A (YOUMANS ARTHUR H) 21 August 1956 (1956-08-21) column 3, line 37 - line 75 column 4, line 16 - line 23 column 5, line 55 - column 6, line 26 figures 2,8	1,17,20
A	US 3 569 704 A (JOHN P. MITCHELL) 9 March 1971 (1971-03-09) abstract column 1, line 34 - line 57 column 2, line 18 - line 23; figures 1-4	1,17,20
A	US 5 248 885 A (SATO ET AL) 28 September 1993 (1993-09-28) column 5, line 6 - line 12	1,17,20

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No
PCT/EP2005/054318

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 4465932 A	14-08-1984	CA 1186819 A1	07-05-1985
		DE 3177216 D1	31-10-1990
		DK 511881 A	20-05-1982
		EP 0052397 A2	26-05-1982
		ES 8300413 A1	16-01-1983
		GR 77309 A1	11-09-1984
		IE 56646 B1	23-10-1991
		IL 64289 A	31-07-1984
		JP 1832905 C	29-03-1994
		JP 5042835 B	29-06-1993
		JP 57115876 A	19-07-1982
		NL 8006321 A	16-06-1982
		ZA 8108017 A	24-11-1982
EP 0239239 A	30-09-1987	AU 588429 B2	14-09-1989
		AU 6900587 A	27-08-1987
		CA 1274923 A1	02-10-1990
		DE 3766861 D1	07-02-1991
		IE 59810 B1	06-04-1994
		IL 81537 A	12-05-1991
		JP 1821062 C	27-01-1994
		JP 5031948 B	13-05-1993
		JP 62198780 A	02-09-1987
		KR 9509928 B1	01-09-1995
		US 5097133 A	17-03-1992
		ZA 8701072 A	06-08-1987
US 3665193 A	23-05-1972	BE 712957 A	30-09-1968
		DE 1764066 B1	05-08-1971
		FR 1601100 A	10-08-1970
		GB 1205115 A	16-09-1970
		JP 50020468 B	15-07-1975
US 2760078 A	21-08-1956	NONE	
US 3569704 A	09-03-1971	NONE	
US 5248885 A	28-09-1993	DE 69116770 D1	14-03-1996
		DE 69116770 T2	04-07-1996
		EP 0473125 A2	04-03-1992

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale n°
PCT/EP2005/054318

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE
G01T1/26

Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB

B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE

Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement)
G01T

Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche

Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si cela estréalisable, termes de recherche utilisés)
EPO-Internal, WPI Data, PAJ

C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
A	US 4 465 932 A (BURGEMEISTER ET AL) 14 août 1984 (1984-08-14) revendications 2,3	1,17,20
A	EP 0 239 239 A (DE BEERS INDUSTRIAL DIAMOND DIVISION LIMITED) 30 septembre 1987 (1987-09-30) abrégé; figure 1	1,17,20
A	US 3 665 193 A (STANISLAV FEDOROVICH KOZLOV ET AL) 23 mai 1972 (1972-05-23) abrégé colonne 3, ligne 18 - ligne 39 colonne 4, ligne 45 - ligne 60 revendications 3,4	1,17,20

-/--

[X] Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents

[X] Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe

* Catégories spéciales de documents cités:

"A" document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent

"E" document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date

"L" document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée)

"O" document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens

"P" document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée

"T" document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention

"X" document particulièrement pertinent; l'inven tion revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément

"Y" document particulièrement pertinent; l'inven tion revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier

"&" document qui fait partie de la même famille de brevets

Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée	Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale
6 février 2006	15/02/2006

Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale	Fonctionnaire autorisé
Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL – 2280 HV Rijswijk Tel. (+31–70) 340–2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31–70) 340–3016	Anderson, A

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale n°
PCT/EP2005/054318

C(suite). DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
A	US 2 760 078 A (YOUMANS ARTHUR H) 21 août 1956 (1956-08-21) colonne 3, ligne 37 - ligne 75 colonne 4, ligne 16 - ligne 23 colonne 5, ligne 55 - colonne 6, ligne 26 figures 2,8	1,17,20
A	US 3 569 704 A (JOHN P. MITCHELL) 9 mars 1971 (1971-03-09) abrégé colonne 1, ligne 34 - ligne 57 colonne 2, ligne 18 - ligne 23; figures 1-4	1,17,20
A	US 5 248 885 A (SATO ET AL) 28 septembre 1993 (1993-09-28) colonne 5, ligne 6 - ligne 12	1,17,20

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande internationale n°
PCT/EP2005/054318

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)		Date de publication
US 4465932	A	14-08-1984	CA	1186819 A1	07-05-1985
			DE	3177216 D1	31-10-1990
			DK	511881 A	20-05-1982
			EP	0052397 A2	26-05-1982
			ES	8300413 A1	16-01-1983
			GR	77309 A1	11-09-1984
			IE	56646 B1	23-10-1991
			IL	64289 A	31-07-1984
			JP	1832905 C	29-03-1994
			JP	5042835 B	29-06-1993
			JP	57115876 A	19-07-1982
			NL	8006321 A	16-06-1982
			ZA	8108017 A	24-11-1982
EP 0239239	A	30-09-1987	AU	588429 B2	14-09-1989
			AU	6900587 A	27-08-1987
			CA	1274923 A1	02-10-1990
			DE	3766861 D1	07-02-1991
			IE	59810 B1	06-04-1994
			IL	81537 A	12-05-1991
			JP	1821062 C	27-01-1994
			JP	5031948 B	13-05-1993
			JP	62198780 A	02-09-1987
			KR	9509928 B1	01-09-1995
			US	5097133 A	17-03-1992
			ZA	8701072 A	06-08-1987
US 3665193	A	23-05-1972	BE	712957 A	30-09-1968
			DE	1764066 B1	05-08-1971
			FR	1601100 A	10-08-1970
			GB	1205115 A	16-09-1970
			JP	50020468 B	15-07-1975
US 2760078	A	21-08-1956	AUCUN		
US 3569704	A	09-03-1971	AUCUN		
US 5248885	A	28-09-1993	DE	69116770 D1	14-03-1996
			DE	69116770 T2	04-07-1996
			EP	0473125 A2	04-03-1992