(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
13 décembre 2012 (13.12.2012)

WIPO | PCT

(10) Numéro de publication internationale
WO 2012/168601 A1

(51) Classification internationale des brevets :
G01T 1/169 (2006.01) *G01T 1/29* (2006.01)

(21) Numéro de la demande internationale :
PCT/FR2012/050629

(22) Date de dépôt international :
27 mars 2012 (27.03.2012)

(25) Langue de dépôt : français

(26) Langue de publication : français

(30) Données relatives à la priorité :
1153254 14 avril 2011 (14.04.2011) FR

(71) Déposant *(pour tous les États désignés sauf US)* : **CENTRE NATIONAL DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE** [FR/FR]; 3, Rue Michel Ange, F-75794 Paris Cedex 16 (FR).

(72) Inventeurs; et

(75) Inventeurs/Déposants *(pour US seulement)* : **ARNOUD, Yannick** [FR/FR]; 7, rue du Drac, F-38120 Saint Egreve (FR). **GUILLAUDIN, Olivier** [FR/FR]; 4 allée des tilleuls, F-38640 Claix (FR).

(74) Mandataire : **CABINET BEAUMONT**; 1, Rue Champollion, F-38000 Grenoble (FR).

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

(84) États désignés *(sauf indication contraire, pour tout titre de protection régionale disponible)* : ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasien (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), européen (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Publiée :

— *avec rapport de recherche internationale (Art. 21(3))*

— *avant l'expiration du délai prévu pour la modification des revendications, sera republiée si des modifications sont reçues (règle 48.2.h))*

(54) **Title** : DEVICE FOR MEASURING THE CHARACTERISTICS OF AN X-RAY BEAM

(54) **Titre** : DISPOSITIF DE MESURE DES CARACTÉRISTIQUES D'UN FAISCEAU DE RAYONS X

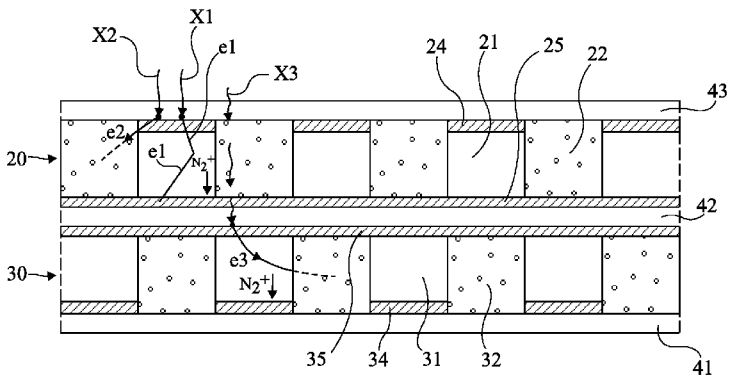


Fig 4

(57) **Abstract** : The invention relates to a device for measuring the characteristics of an X-ray beam. The device comprises two stacked stages, each stage having a checkerboard structure, in which the first boxes correspond to ionisation chambers (21, 31) and the second boxes correspond to blocks (22, 32) of a material that stop electrons but not X-rays, the first boxes of one stage facing the second boxes of the other stage.

(57) **Abrégé** : L'invention concerne un dispositif de mesure des caractéristiques d'un faisceau de rayons X, comprenant deux étages superposés,chaque étage ayant une structure en damier, dont les premières cases correspondent à des chambres d'ionisation (21, 31) et dont les deuxièmes cases correspondent à des plots (22, 32) d'un matériau arrêtant les électrons mais pas les rayons X, les premières cases d'un étage étant en regard des deuxièmes cases de l'autre étage.

WO 2012/168601 A1

DISPOSITIF DE MESURE DES CARACTERISTIQUES D'UN FAISCEAU DE RAYONS X

Domaine de l'invention

La présente invention concerne un dispositif de mesure des caractéristiques d'un faisceau de rayons X et plus particulièrement un tel dispositif adapté à être utilisé en relation avec des installations de radiothérapie.

Exposé de l'art antérieur

Une installation de radiothérapie va être décrite en relation avec les figures 1 à 3.

Comme l'illustre la figure 1, une telle installation comprend une source de rayons X 1 envoyant vers un patient 3 un faisceau de rayons X. Un diaphragme ou collimateur 5 permet de délimiter le faisceau de rayons X arrivant sur le patient à une zone correspondant à un organe 7 que l'on veut irradier.

Un détecteur spatio-temporel de rayons X 9 peut être inséré derrière le collimateur.

La figure 2 représente en vue de dessus un exemple de collimateur 5. Il s'agit d'un collimateur à lames destiné à adapter la forme du faisceau de rayons X à celle de l'organe 7 que l'on souhaite irradier. Des lames en vis-à-vis 11 et 12 du collimateur à lames 5 sont positionnées pour laisser au centre

de ce collimateur une ouverture 13 dont la forme est homothétique de celle de l'organe 7 à irradier.

De plus, on prévoit généralement un mouvement de tout ou partie des lames ou de l'ensemble du diaphragme au cours d'une séance d'irradiation, de sorte que, pendant des durées choisies, certaines parties de l'organe à irradier soient irradiées avec plus d'intensité que d'autres. Le résultat est illustré en figure 3, dans laquelle on retrouve le diaphragme 5 et l'organe à irradier 7. On a représenté par une courbe 15 l'irradiation totale I que l'on veut obtenir en chaque emplacement de l'organe.

De telles installations d'irradiation sont sujettes à des défaillances qui peuvent avoir des conséquences dramatiques sur le traitement d'un patient. Ou bien les doses appliquées sont insuffisantes et le traitement est inopérant. Ou bien la densité d'irradiation fournie dans au moins certaines zones de l'organe est excessive et ceci peut entraîner une destruction de ces zones et/ou de zones du patient situées derrière l'organe à traiter.

C'est pourquoi on a prévu dans certaines installations récentes des détecteurs d'irradiation tels que celui représenté schématiquement et désigné par la référence 9 en figure 1. Ces détecteurs absorbent une partie seulement du faisceau de rayons X qui les traverse et permettent de suivre l'intensité réelle de l'irradiation au cours d'une séance de radiothérapie.

On connaît des détecteurs constitués de chambres d'ionisation à fils qui présentent l'inconvénient évident de ne donner que des informations unidirectionnelles. On connaît également des détecteurs tels que décrits dans la demande de brevet européen N° 1 747 799 comprenant un grand nombre de chambres d'ionisation définissant des pixels de mesure. Ces chambres sont réalisées par des perforations dans une plaque. Inévitablement, quand on forme des ouvertures dans une plaque, ces ouvertures, si on veut qu'elles soient très petites, auront une surface totale inférieure à celle des zones non percées, et la défini-

tion du système n'est pas excellente. D'autre part et surtout, l'utilisation de telles plaques apporte une granularité au faisceau de rayons X, ce faisceau étant plus absorbé dans les zones non percées que dans les ouvertures.

Un autre inconvénient des détecteurs connus est qu'ils présentent souvent une absorption trop importante.

Ainsi, il existe un besoin pour un détecteur de rayons X amélioré et particulièrement adapté à des installations de radiothérapie.

Résumé de l'invention

Un mode de réalisation de la présente invention vise à prévoir un détecteur de rayons X palliant au moins certains des inconvénients des détecteurs connus.

Un mode de réalisation plus particulier de la présente invention vise à réaliser un tel détecteur dont l'atténuation soit la plus faible et la plus uniforme possible.

Un mode de réalisation de la présente invention vise à réaliser un tel détecteur qui présente une définition élevée.

Ainsi, un mode de réalisation de la présente invention prévoit un dispositif de mesure des caractéristiques d'un faisceau de rayons X, comprenant deux étages superposés, chaque étage ayant une structure en damier, dont les premières cases correspondent à des chambres d'ionisation et dont les deuxièmes cases correspondent à des plots d'un matériau arrêtant les électrons mais pas les rayons X, les premières cases d'un étage étant en regard des deuxièmes cases de l'autre étage.

Selon un mode de réalisation de la présente invention chaque étage est compris entre deux feuilles isolantes, ces feuilles étant munies d'électrodes en vis-à-vis au niveau de chaque chambre d'ionisation.

Selon un mode de réalisation de la présente invention chaque feuille isolante a une épaisseur comprise entre 0,1 et 0,4 mm.

Selon un mode de réalisation de la présente invention les feuilles isolantes sont constituées de cartes de circuit imprimé.

Selon un mode de réalisation de la présente invention le matériau arrêtant les électrons est du Kapton.

Selon un mode de réalisation de la présente invention chaque case de damier a une dimension de l'ordre de 0,3 à 0,7 mm.

Selon un mode de réalisation de la présente invention les électrodes supérieure et inférieure des chambres d'ionisation sont au moins partiellement connectées matriciellement.

Selon un mode de réalisation de la présente invention le dispositif comprend en outre un étage supplémentaire constitué d'une chambre d'ionisation unique.

Brève description des dessins

Ces objets, caractéristiques et avantages, ainsi que d'autres seront exposés en détail dans la description suivante de modes de réalisation particuliers faite à titre non-limitatif en relation avec les figures jointes parmi lesquelles :

la figure 1, décrite précédemment, représente très schématiquement une installation d'irradiation d'un organe d'un patient ;

la figure 2, décrite précédemment, est une vue de dessus schématique d'un collimateur à lames ;

la figure 3, décrite précédemment, est destinée à illustrer le problème posé ;

la figure 4 est une vue en coupe schématique illustrant un mode de réalisation d'un détecteur de rayons X ;

la figure 5 représente en vue de dessus des électrodes supérieures et inférieures d'un étage de détection et un circuit de détection adapté ; et

la figure 6 est une vue en coupe schématique d'une variante d'un mode de réalisation d'un détecteur de rayons X.

Description détaillée

La figure 4 est une vue en coupe schématique d'un détecteur de rayons X. Ce détecteur comprend deux étages superposés 20 et 30. Chaque étage comprend une alternance en damier de chambres d'ionisation, 21, 31, et de plots, 22, 32, d'un matériau arrêtant les électrons mais laissant passer les rayons X, par exemple un polyimide, par exemple du Kapton. Chaque chambre d'ionisation est remplie d'un gaz, éventuellement simplement de l'air à une pression adaptée. Chaque chambre d'ionisation comprend une première électrode, 24, 34, et une deuxième électrode opposée, 25, 35. Les électrodes opposées de chaque chambre d'ionisation sont connectées à des potentiels opposés.

Cette structure pourra être fabriquée à partir de supports minces ou feuilles, par exemple des cartes de circuit imprimé souples ou des feuilles de Kapton. A titre d'exemple, les électrodes 34 et les plots 32 sont formés sur une première feuille 41, les électrodes 35 et 25 sont formées de part et d'autre d'une deuxième feuille de matériau isolant 42, et les électrodes 24 et les plots 22 sent formés sur une troisième feuille 43, l'ensemble étant assemblé de la façon illustrée en figure 4. De façon générale, les électrodes correspondent à des métallisations formées sur les feuilles.

Le fonctionnement de ce détecteur va maintenant être décrit.

On considère d'abord un photon X, X1, arrivant sur la surface supérieure du détecteur au-dessus d'une chambre ou cellule d'ionisation 21. Au niveau de la feuille 43 ou de l'électrode 24, le photon X1 est susceptible d'interagir, et de fournir un électron rapide (de forte énergie cinétique) e1 qui pénètre dans la chambre d'ionisation. L'électron e1 est susceptible d'interagir avec une molécule du gaz contenu dans la chambre, par exemple une molécule d'azote pour fournir du diazote chargé N_2^+. Contrairement à l'électron e1, ce diazote chargé aura une faible énergie cinétique et est donc susceptible

d'être attiré par l'électrode de polarité négative parmi les électrodes 24 et 25, dans cet exemple l'électrode 25. L'électron rapide e1 continue sa course, éventuellement après avoir été dévié, et pourra ioniser une autre molécule. A la fin de sa course, l'électron e1, même s'il arrive sur une électrode, ne sera pas détecté car il fournirait une impulsion trop brève en regard des vitesses de lecture des circuits de détection courant.

Ce qui précède ne constitue qu'un exemple des diverses interactions possibles. De façon connue, le photon X1, au lieu de fournir un électron rapide e1 pourrait fournir une paire d'un électron et d'un positron. Egalement, au lieu d'interagir avec une molécule d'azote pour fournir du diazote chargé positivement, l'électron e1 pourrait interagir avec une molécule d'oxygène pour fournir du dioxygène chargé négativement. Egalement, il se formera des particules intermédiaires. Ainsi, contrairement à ce qui a été décrit précédemment, de façon générale, l'interaction d'un électron rapide avec une molécule ne fournira pas seulement une molécule chargée mais aussi un électron de faible énergie cinétique qui pourra également être détecté.

On considère maintenant un photon X, X2, arrivant également sur la surface supérieure du détecteur au-dessus d'une chambre 21. Ce photon X2 fournit un électron rapide e2 se dirigeant vers un plot 22. L'électron e2 sera arrêté par ce matériau et ne pourra pas rejoindre une chambre d'ionisation adjacente évitant ainsi toute diaphonie.

Par ailleurs, on a représenté un photon X, X3, arrivant au-dessus d'un plot 22. Ce photon X va traverser le plot 22 pour atteindre l'ensemble constitué par la métallisation 25, la feuille 42 et la métallisation 35. Il existe alors une probabilité pour qu'il soit converti en un électron e3 qui sera susceptible de produire les mêmes phénomènes d'ionisation que ceux décrits précédemment.

Ainsi, selon une caractéristique du détecteur décrit, quel que soit l'emplacement où un photon X arrive sur le détecteur, ce photon est susceptible d'interagir au niveau d'une chambre d'ionisation supérieure ou inférieure et, il est donc susceptible d'être détecté. Il n'y a pas de zone morte dans le dispositif décrit étant donné la disposition en alternance des chambres d'ionisation supérieures et inférieures de la structure. De plus, du point de vue de la traversée des photons X, la structure est homogène : les photons X rencontreront toujours la même quantité de matière qu'ils arrivent sur une région correspondant à un plot supérieur ou sur une région correspondant à une chambre d'ionisation supérieure étant donné que, verticalement, une chambre d'ionisation est toujours suivie d'un plot d'arrêt, et inversement. Ainsi, ce détecteur n'introduira aucune granularité dans le faisceau de rayons X qui le traverse. De plus, cette structure peut provoquer une très faible atténuation sur le faisceau de rayons X, atténuation qui dépendra des épaisseurs choisies pour les divers matériaux. Couramment, avec les performances actuelles de détection des chambres d'ionisation, on pourra prévoir que l'ensemble de la structure n'a une probabilité d'interaction avec les photons X du flux incident que de 1 pour mille à 1 à 2 pour cent.

La résolution spatiale dans les directions x et y, dans un plan orthogonal à la direction du faisceau de rayons X, dépendra de la dimension des chambres d'ionisation. On pourra par exemple choisir des chambres ayant des dimensions latérales de l'ordre de 0,3 à 0,7 mm ou plus. Ces chambres pourront avoir une hauteur du même ordre de grandeur. De façon courante, on peut trouver des cartes de circuit imprimé ou des feuilles de Kapton pour former les feuilles supports 41, 42, 43 d'une épaisseur de l'ordre de 0,1 à 0,4 mm. De façon classique, des pistes de cuivre déposées sur ces feuilles pour constituer les électrodes et les interconnexions pourront avoir des épaisseurs de l'ordre de 10 à 50 µm, couramment de 16 ou 35 µm.

On pourra choisir diverses interconnexions entre électrodes et divers modes de lecture.

Pour chaque étage, on pourra prévoir une électrode commune d'un côté, c'est-à-dire une interconnexion des électrodes 25 et une interconnexion des électrodes 35, et des électrodes individuelles comme électrodes opposées 24 et 34.

Néanmoins, dans une feuille contenant un grand nombre de chambres d'ionisation, par exemple 100x100, il faudrait prévoir près de 10000 câbles circulant sur ou dans les feuilles supports et autant de connecteurs correspondants. On préférera alors utiliser divers dispositifs de multiplexage pour réaliser une lecture matricielle des informations recueillies par les diverses chambres d'ionisation.

La figure 5 représente une vue de dessous des métallisations formées sur la feuille 43 et une vue de dessus des métallisations formées sur la feuille 42. Ces métallisations sont en forme de bandes orthogonales et on pourra utiliser un adressage matriciel en prévoyant par exemple un premier multiplexeur ou décodeur 51 recevant les sorties des bandes orientées dans une première direction (la direction x), et un deuxième multiplexeur ou décodeur 52 recevant les sorties des bandes orientées dans la deuxième direction (la direction y). Les sorties des multiplexeurs sont adressées à un circuit d'analyse 54. Ceci constitue une réalisation totalement matricielle qui présente éventuellement l'inconvénient que chaque point est analysé pendant une durée courte. De nombreuses variantes sont possibles, on pourra par exemple supprimer le multiplexeur en x et prévoir autant de circuits d'analyse que de bandes dans la direction x et connecter séquentiellement à chaque circuit d'analyse le multiplexeur en y. On pourra aussi prévoir que chaque multiplexeur (ou décodeur) n'est relié qu'à la moitié des électrodes d'une ligne, c'est-à-dire prévoir deux décodeurs en x et deux décodeurs en y.

La figure 6 présente une variante de réalisation du détecteur décrit ci-dessus.

On retrouve dans la partie inférieure de cette figure les mêmes éléments que ceux décrits précédemment en relation avec la figure 4. Il est prévu un étage supplémentaire susceptible de donner une indication d'ensemble sur l'intensité du faisceau de rayons X traversant le collimateur 5. La troisième feuille 43 porte sur sa surface supérieure une ou des électrodes 44. Une quatrième feuille 45 est maintenue par des moyens d'espacement non représentés au-dessus de la troisième feuille 43. La feuille 45 porte sur sa surface inférieure une ou des électrodes 46. Par exemple, l'électrode 46 est une électrode unique recouvrant toute la feuille 45 et l'électrode 44 est, ou bien, une électrode unique, ou bien, comme cela est représenté, constituée de bandes parallèles. L'étage supplémentaire fournit des informations globales qui peuvent être utiles pour certaines vérifications et certains réglages.

Bien entendu, la présente invention est susceptible de nombreuses variantes et modifications qui apparaîtront à l'homme de l'art, notamment en ce qui concerne les divers matériaux utilisés tant pour les électrodes que pour les feuilles supports et les plots arrêtant les électrons rapides résultant de l'interaction des photons X. Chacun de ces matériaux, ainsi que la nature et la pression du gaz contenu dans les chambres d'ionisation, sera choisi pour permettre d'atteindre les objectifs visés. Les conducteurs d'électrodes seront choisis pour leur compatibilité avec les modes de dépôt courants. Le matériau des feuilles support (rigide ou souple) sera choisi pour leur permettre d'assurer leur fonction de support et, en relation avec le matériau conducteur qui y est déposé, de garantir une probabilité d'interaction souhaitée avec les photons X. Enfin le matériau des plots séparant les chambres d'ionisation sera choisi pour assurer la fonction d'arrêt des électrons et une atténuation minimale du faisceau de photons X.

REVENDICATIONS

1. Dispositif de mesure des caractéristiques d'un faisceau de rayons X, comprenant deux étages superposés, chaque étage ayant une structure en damier, dont le premier type de case correspond à des chambres d'ionisation (21, 31) et dont le deuxième type de case correspond à des plots (22, 32) d'un matériau arrêtant les électrons mais pas les rayons X, le premier type de case d'un étage étant en regard du deuxième type de case de l'autre étage.

2. Dispositif selon la revendication 1, dans lequel chaque étage est compris entre deux feuilles isolantes (41, 42 ; 42, 43), ces feuilles étant munies d'électrodes en vis-à-vis (24, 25 ; 34, 35) au niveau de chaque chambre d'ionisation.

3. Dispositif selon la revendication 2, dans lequel chaque feuille isolante a une épaisseur comprise entre 0,1 et 0,4 mm.

4. Dispositif selon la revendication 2 ou 3, dans lequel les feuilles isolantes sont constituées de cartes de circuit imprimé.

5. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, dans lequel le matériau arrêtant les électrons est du Kapton.

6. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, dans lequel chaque case de damier a une dimension de l'ordre de 0,3 à 0,7 mm.

7. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, dans lequel les électrodes supérieure et inférieure des chambres d'ionisation sont au moins partiellement connectées matriciellement.

8. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 7, comprenant en outre un étage supplémentaire (44, 45, 46) constitué d'une chambre d'ionisation unique.

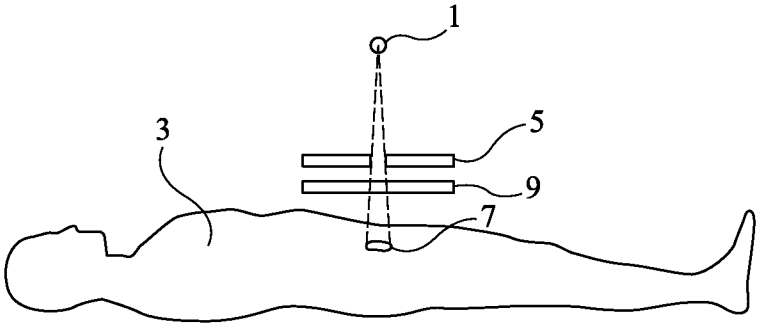


Fig 1

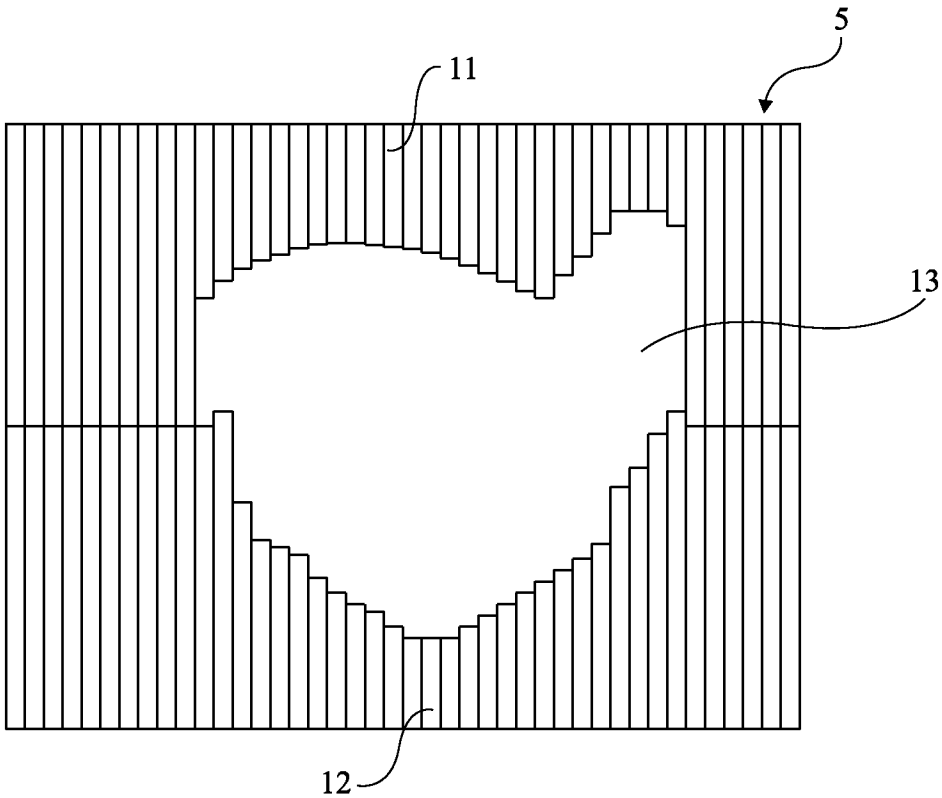


Fig 2

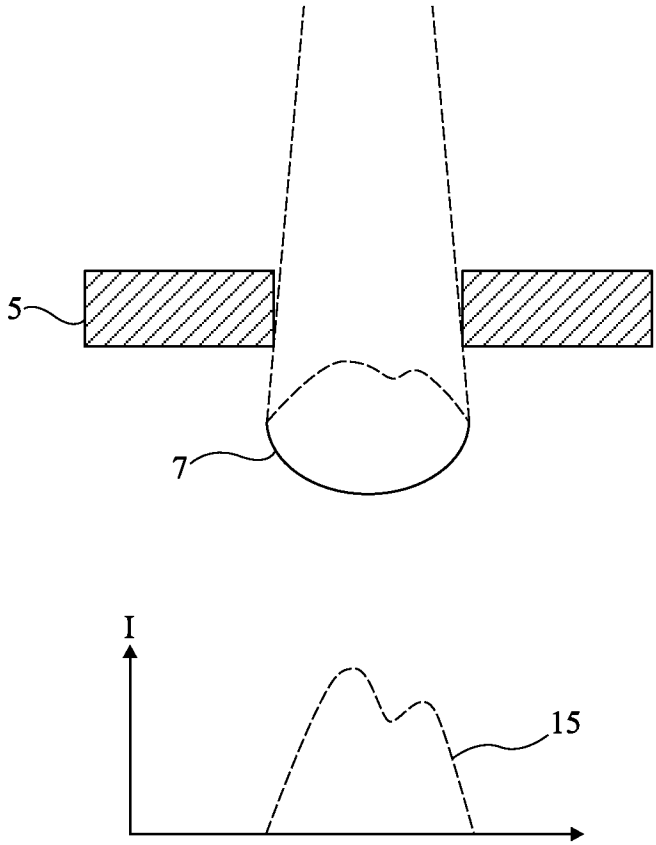


Fig 3

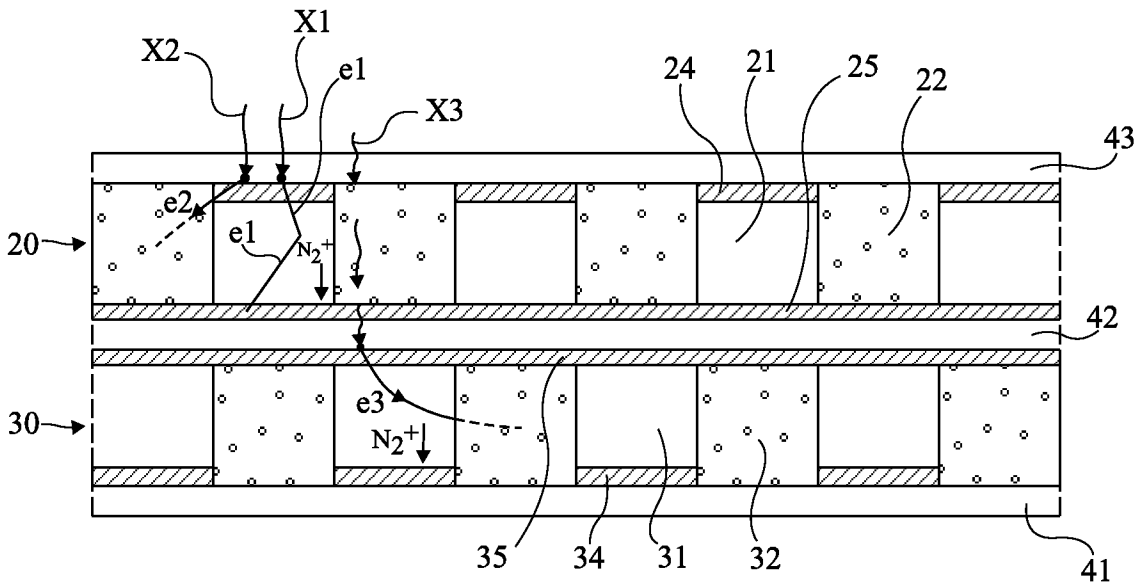


Fig 4

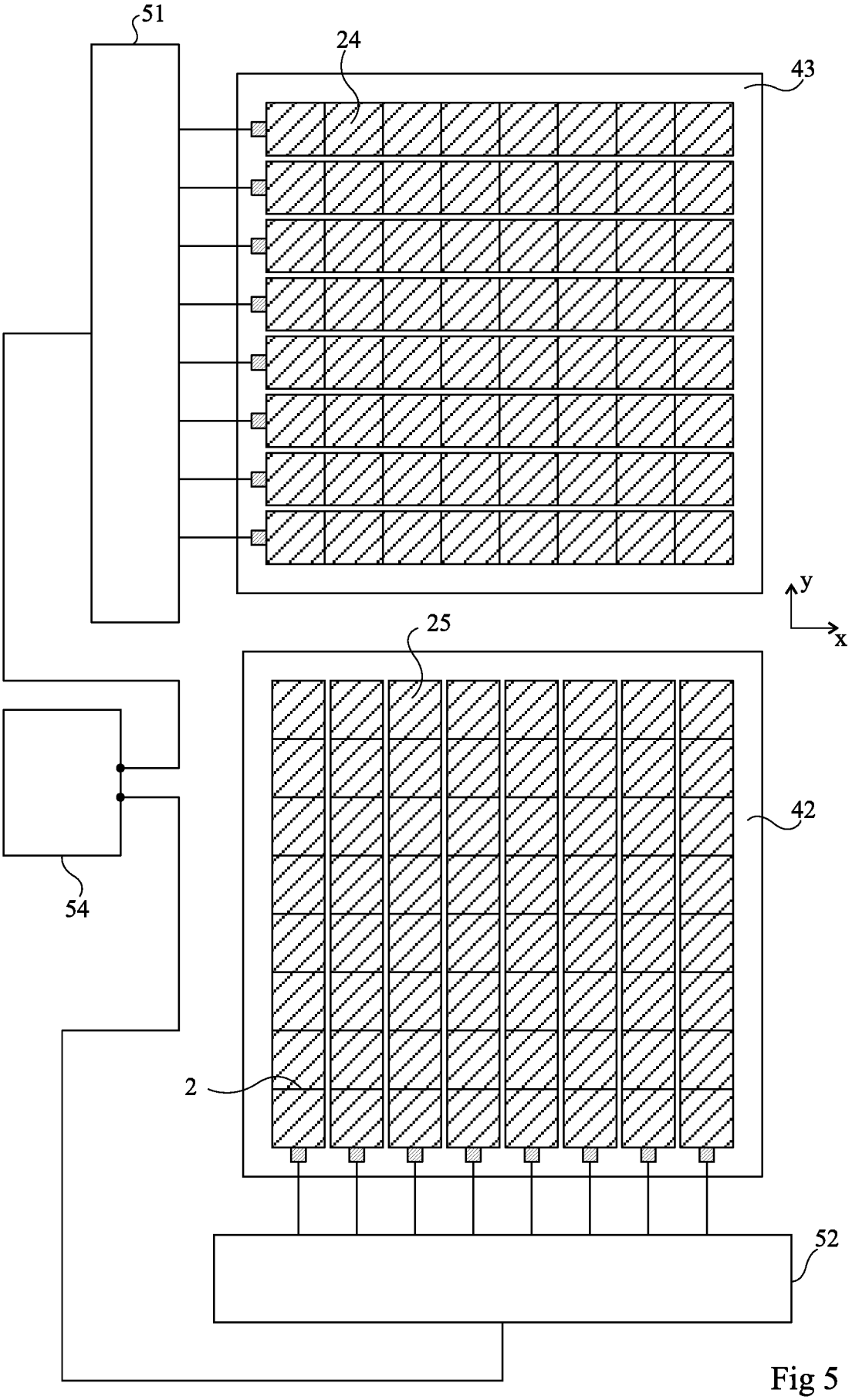


Fig 5

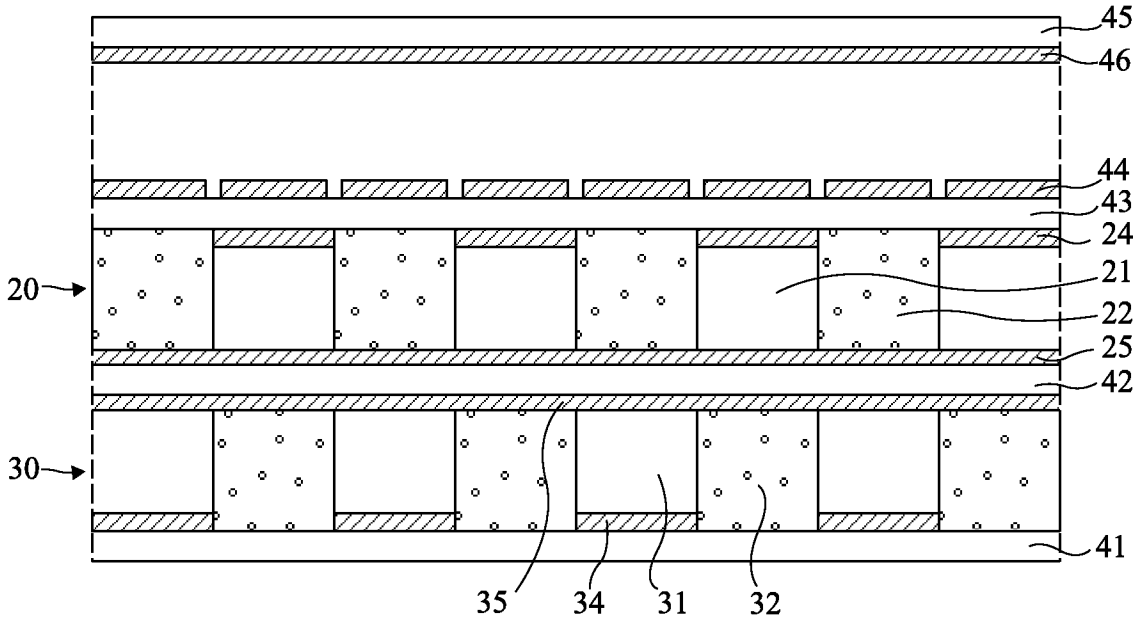


Fig 6

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/FR2012/050629

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. G01T1/169 G01T1/29
ADD.

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 H01J

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 practicable, search terms used)
EPO-Internal, WPI Data, INSPEC, COMPENDEX

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	WO 2010/106193 A1 (ION BEAM APPLIC SA [BE]; MARCHAND BRUNO [BE]; BRUSASCO CATERINA [BE];) 23 September 2010 (2010-09-23) paragraph [0055] page 33, paragraph 0143 - paragraph 0145; figures	1
A	WO 03/069371 A1 (XCOUNTER AB [SE]; FRANCKE TOM [SE]; RANTANEN JUHA [SE]; ULLBERG CHRIST) 21 August 2003 (2003-08-21) page 10, line 18 - page 11, line 5 page 11, line 22 - page 12, line 4; figures page 13, line 7 - line 21	1

-/--

[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 application or patent 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
13 November 2012	20/11/2012

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, Fax: (+31-70) 340-3016	Eberle, Katja

1

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/FR2012/050629

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	WO 2007/012147 A2 (ION BEAM APPLIC SA [BE]; ISTITUTO NAZ DI FISICA NUCLEAR [IT]; DIPARTIM) 1 February 2007 (2007-02-01) cited in the application paragraph [0049] - paragraph [0050]; figures	1
A	CIRIO R ET AL: "Two-dimensional and quasi-three-dimensional dosimetry of hadron and photon beams with the Magic Cube and the Pixel Ionization Chamber; Two-dimensional and quasi-three-dimensional dosimetry of hadron and photon beams", PHYSICS IN MEDICINE AND BIOLOGY, TAYLOR AND FRANCIS LTD. LONDON, GB, vol. 49, no. 16, 21 August 2004 (2004-08-21), pages 3713-3724, XP020023845, ISSN: 0031-9155, DOI: 10.1088/0031-9155/49/16/017 page 3715, paragraph 2.2 - page 3716, paragraph 2.2; figures	1
A	DE 197 31 608 C1 (VACUTEC MESTECHNIK GMBH [DE]) 22 October 1998 (1998-10-22) sentence 23 - sentence 45; figures	1

1

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No
PCT/FR2012/050629

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
WO 2010106193 A1	23-09-2010	CN 102405423 A	04-04-2012
		EP 2409175 A1	25-01-2012
		JP 2012520997 A	10-09-2012
		US 2012104270 A1	03-05-2012
		WO 2010106193 A1	23-09-2010
WO 03069371 A1	21-08-2003	AT 551621 T	15-04-2012
		AU 2003206551 A1	04-09-2003
		CA 2476600 A1	21-08-2003
		CN 1633607 A	29-06-2005
		EP 1474704 A1	10-11-2004
		JP 2005521035 A	14-07-2005
		SE 0200447 A	16-08-2003
		US 2003155518 A1	21-08-2003
		WO 03069371 A1	21-08-2003
WO 2007012147 A2	01-02-2007	AT 516060 T	15-07-2011
		CN 101257945 A	03-09-2008
		DE 202006021028 U1	28-12-2011
		EP 1747799 A1	31-01-2007
		EP 1907062 A2	09-04-2008
		EP 2422847 A1	29-02-2012
		JP 2009502263 A	29-01-2009
		US 2009200476 A1	13-08-2009
		WO 2007012147 A2	01-02-2007
DE 19731608 C1	22-10-1998	NONE	

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale n°
PCT/FR2012/050629

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE
INV. G01T1/169 G01T1/29
ADD.

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 H01J

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 est réalisable, termes de recherche utilisés)
EPO-Internal, WPI Data, INSPEC, COMPENDEX

C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
A	WO 2010/106193 A1 (ION BEAM APPLIC SA [BE]; MARCHAND BRUNO [BE]; BRUSASCO CATERINA [BE];) 23 septembre 2010 (2010-09-23) alinéa [0055] page 33, alinéa 0143 - alinéa 0145; figures -----	1
A	WO 03/069371 A1 (XCOUNTER AB [SE]; FRANCKE TOM [SE]; RANTANEN JUHA [SE]; ULLBERG CHRIST) 21 août 2003 (2003-08-21) page 10, ligne 18 - page 11, ligne 5 page 11, ligne 22 - page 12, ligne 4; figures page 13, ligne 7 - ligne 21 -----	1

-/--

[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'appartenant 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'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément

"Y" document particulièrement pertinent; l'invention 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
13 novembre 2012	20/11/2012

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, Fax: (+31-70) 340-3016	Eberle, Katja

1

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	WO 2007/012147 A2 (ION BEAM APPLIC SA [BE]; ISTITUTO NAZ DI FISICA NUCLEAR [IT]; DIPARTIM) 1 février 2007 (2007-02-01) cité dans la demande alinéa [0049] - alinéa [0050]; figures	1
A	CIRIO R ET AL: "Two-dimensional and quasi-three-dimensional dosimetry of hadron and photon beams with the Magic Cube and the Pixel Ionization Chamber; Two-dimensional and quasi-three-dimensional dosimetry of hadron and photon beams", PHYSICS IN MEDICINE AND BIOLOGY, TAYLOR AND FRANCIS LTD. LONDON, GB, vol. 49, no. 16, 21 août 2004 (2004-08-21) , pages 3713-3724, XP020023845, ISSN: 0031-9155, DOI: 10.1088/0031-9155/49/16/017 page 3715, alinéa 2.2 - page 3716, alinéa 2.2; figures	1
A	DE 197 31 608 C1 (VACUTEC MESTECHNIK GMBH [DE]) 22 octobre 1998 (1998-10-22) phrase 23 - phrase 45; figures	1

1

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande internationale n°
PCT/FR2012/050629

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
WO 2010106193 A1	23-09-2010	CN 102405423 A	04-04-2012
		EP 2409175 A1	25-01-2012
		JP 2012520997 A	10-09-2012
		US 2012104270 A1	03-05-2012
		WO 2010106193 A1	23-09-2010
WO 03069371 A1	21-08-2003	AT 551621 T	15-04-2012
		AU 2003206551 A1	04-09-2003
		CA 2476600 A1	21-08-2003
		CN 1633607 A	29-06-2005
		EP 1474704 A1	10-11-2004
		JP 2005521035 A	14-07-2005
		SE 0200447 A	16-08-2003
		US 2003155518 A1	21-08-2003
		WO 03069371 A1	21-08-2003
WO 2007012147 A2	01-02-2007	AT 516060 T	15-07-2011
		CN 101257945 A	03-09-2008
		DE 202006021028 U1	28-12-2011
		EP 1747799 A1	31-01-2007
		EP 1907062 A2	09-04-2008
		EP 2422847 A1	29-02-2012
		JP 2009502263 A	29-01-2009
		US 2009200476 A1	13-08-2009
		WO 2007012147 A2	01-02-2007
DE 19731608 C1	22-10-1998	AUCUN	