

⑫

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

②② Date de dépôt : 07.01.13.

③③ Priorité :

④③ Date de mise à la disposition du public de la
demande : 11.07.14 Bulletin 14/28.

⑤⑥ Liste des documents cités dans le rapport de
recherche préliminaire : *Se reporter à la fin du
présent fascicule*

⑥③ Références à d'autres documents nationaux
apparentés :

⑦① Demandeur(s) : COMMISSARIAT A L'ENERGIE ATO-
MIQUE ET AUX ENERGIES ALTERNATIVES — FR.

⑦② Inventeur(s) : KONDRASOVVS VLADIMIR, COULON
ROMAIN, NORMAND STEPHANE et BOUDERGUI
KARIM.

⑦③ Titulaire(s) : COMMISSARIAT A L'ENERGIE ATO-
MIQUE ET AUX ENERGIES ALTERNATIVES.

⑦④ Mandataire(s) : BREVALEX Société à responsabilité
limitée.

⑤④ SCINTILLATEUR POUR LA DETECTION DE NEUTRONS ET/OU DE PHOTONS GAMMA ET DETECTEUR
ASSOCIE.

⑤⑦ L'invention concerne un scintillateur pour la détection
de neutrons et/ou de photons gamma, caractérisé en ce
qu'il comprend une structure constituée de deux matériaux
solides fluorescents différents, l'un des matériaux solides
fluorescents étant apte à produire une lumière de fluores-
cence de temps de relaxation court et l'autre matériau solide
fluorescent étant apte à produire une lumière de fluores-
cence de temps de relaxation long, les deux matériaux étant
agencés de façon qu'un neutron ou un photon gamma qui
pénètre dans le scintillateur suit une trajectoire le long de la-
quelle un premier matériau alterne avec un second maté-
riau, une distance sur laquelle un neutron ou un photon
gamma se déplace, le long de ladite trajectoire, dans le pre-
mier ou dans le second matériau étant sensiblement égale
ou supérieure à un parcours d'un proton de recul qui résulte
de la détection d'un neutron dans le premier ou le second
matériau et très sensiblement inférieure à un parcours d'un
électron de recul qui résulte de la détection d'un photon
gamma dans le premier ou le second matériau.



**SCINTILLATEUR POUR LA DETECTION
DE NEUTRONS ET/OU DE PHOTONS GAMMA
ET
DETECTEUR ASSOCIE**

DESCRIPTION

Domaine technique et art antérieur

L'invention concerne un scintillateur pour la détection de neutrons et/ou de photons gamma. L'invention concerne également un détecteur de neutrons et/ou de photons gamma qui comprend un scintillateur selon l'invention.

L'invention s'applique, par exemple, dans le domaine médical, dans le domaine de la sécurité, de la radioprotection ou encore du démantèlement d'infrastructures nucléaires.

Lors d'une attaque terroriste ou lors du démantèlement d'infrastructures nucléaires, il est essentiel de surveiller et de caractériser la radioactivité ambiante. La radioactivité ambiante est alors une radioactivité mixte composée de neutrons de fission et de rayonnements gamma. Alors qu'il est facile de mesurer les rayonnements gamma, les neutrons de fission sont difficiles à mesurer du fait de la prédominance des rayonnements gamma et de la similarité des domaines d'énergie concernés entre neutrons et rayonnements gamma.

Une approche habituelle de la détection neutronique consiste en la mise au point de composants maximisant la section-efficace d'interaction des neutrons par rapport à la section efficace d'interaction des photons. Les critères de conception des détecteurs sont alors :

- l'utilisation de matériaux possédant une masse volumique et un nombre de charges faible (gaz, matière organique),
- l'utilisation d'un matériau (le capteur lui-même, des dopants ou des couvertures) possédant une section efficace de capture élevée pour les neutrons,

- la mise en œuvre de réactions de capture produisant des ions chargés permettant, du fait du dépôt linéique d'énergie plus élevé de ces derniers que des électrons, d'améliorer la discrimination.

Les section-efficaces de capture neutroniques les plus importantes sont atteintes pour les réactions de capture sur les noyaux comme l'hélium 3 (n,p), le bore 10 (n, α), le lithium 6 (n, α), voire même l'uranium 235 (n,f). Toutefois l'exploitation de ces réactions nécessite une thermalisation préalable des neutrons par l'utilisation de matériaux fortement hydrogénés qui permettent une thermalisation, par exemple, une sphère en matière hydrogénée de type sphère de Bonner. Ces systèmes mesurent donc des neutrons thermiques. Leur sensibilité aux neutrons d'émission n'est améliorée qu'au prix d'un encombrement peu commode pour permettre une utilisation en tant que système portatif apte à faciliter une intervention.

Dans le domaine d'énergie des neutrons rapides, la détection des protons de recul après interaction des neutrons dans de la matière hydrogénée est également une technique connue de l'art antérieur. Des détecteurs organiques, liquides ou plastiques, sont utilisés pour cette technique. Du fait du dépôt linéique d'énergie différent entre les électrons de recul et les protons de recul, la discrimination des neutrons est basée sur les différences de peuplements des états d'excitations triplets par rapport aux états singulets des fluorophores incorporés aux cristaux scintillateurs. La durée de relaxation de la fluorescence étant différente suivant les états d'excitation, il est possible de mettre en œuvre la discrimination par l'analyse de la forme des impulsions. Ces méthodes sont particulièrement efficaces et éprouvées pour les scintillateurs liquides [Cf. « *N-(2',5'-di-t-butylphenyl)-4-ethoxy-1,8-naphthalimide: A new fluorophore highly efficient for fast neutrons/gamma-rays discrimination in liquid media* » / Nuclear Instruments and Methods in Physics Research A, 602:425–431, 2009.].

Les scintillateurs liquides sont toutefois trop contraignants pour un système à usage portable dans lequel l'étanchéité doit être impérativement garantie afin d'éviter les fuites du liquide qui est à la fois toxique et inflammable. Les scintillateurs liquides posent également le problème de la détérioration rapide de leurs performances

avec le temps (propension à l'absorption d'agent comme l'oxygène requérant de fréquents dégazages).

D'autres systèmes de détection sont connus (mesure de temps de vols entre deux détecteurs, systèmes à détection par coïncidence double ou triple, etc.) qui permettent une discrimination des neutrons par rapport aux rayonnements gamma. Toutefois, ces systèmes de détection ont une consommation en énergie importante et ont une faible efficacité de détection, ce qui les rend incompatibles avec la réalisation d'un système portatif d'intervention.

Le système de détection de neutrons de l'invention ne présente les inconvénients mentionnés ci-dessus

Exposé de l'invention

En effet, l'invention concerne un scintillateur pour la détection de neutrons et/ou de photons gamma, caractérisé en ce qu'il comprend une structure constituée de deux matériaux fluorescents solides différents, l'un des matériaux solides fluorescents étant apte à produire une lumière de fluorescence de temps de relaxation court et l'autre matériau solide fluorescent étant apte à produire une lumière de fluorescence de temps de relaxation long, les deux matériaux étant agencés de façon qu'un neutron ou un photon gamma qui pénètre dans le scintillateur suive une trajectoire le long de laquelle un premier matériau alterne avec un second matériau, une distance sur laquelle un neutron ou un photon gamma se déplace le long de ladite trajectoire dans le premier ou dans le second matériau étant sensiblement égale ou supérieure à un parcours d'un proton de recul qui résulte de la détection d'un neutron dans le premier ou le second matériau et très sensiblement inférieure à un parcours d'un électron de recul qui résulte de la détection d'un photon gamma dans le premier ou le second matériau.

Selon un premier mode de réalisation de l'invention, les deux matériaux solides fluorescents sont agencés sous la forme d'un empilement de couches successives, une couche d'un premier matériau fluorescent alternant avec une couche d'un second matériau fluorescent.

Selon un deuxième mode de réalisation de l'invention, les deux matériaux solides fluorescents sont agencés sous la forme d'un ensemble de micro-billes faites d'un premier matériau fluorescent insérées dans un bloc fait d'un second matériau fluorescent.

5 Dans une variante particulière du deuxième mode de réalisation de l'invention, les micro-billes insérées dans le bloc définissent une maille cubique.

L'invention concerne également un détecteur de neutrons et/ou de photons gamma, caractérisé en ce qu'il comprend un scintillateur selon l'invention qui délivre un signal de fluorescence lorsqu'un neutron ou un photon gamma est détecté, un
10 photomultiplicateur qui convertit en impulsion électronique le signal de fluorescence délivré par le scintillateur et un module de discrimination apte à discriminer, à partir de la forme de l'impulsion électronique délivrée par le photomultiplicateur, si un neutron ou un photon gamma a été détecté.

Un avantage de l'invention est de permettre la réalisation d'un
15 détecteur de neutrons portable, de faible consommation électrique et de faible coût de fabrication.

Brève description des figures

D'autres caractéristiques et avantages de l'invention apparaîtront à la lecture de la description qui va suivre faite en référence aux figures jointes
20 parmi lesquelles :

- La figure 1 représente un scintillateur pour la détection de neutrons et/ou de photons gamma selon un premier mode de réalisation de l'invention ;

- La figure 2 représente un scintillateur pour la détection de neutrons et/ou de photons gamma selon un deuxième mode de réalisation de l'invention ;

- Les figures 3A et 3B illustrent, respectivement, la détection d'un
25 neutron et la détection d'un photon gamma à l'aide d'un scintillateur tel que représenté en figure 1;

- Les figures 4A et 4B illustrent, respectivement, la détection d'un neutron et la détection d'un photon gamma à l'aide d'un scintillateur tel que représenté en figure 2;

- La figure 5 représente un schéma de principe de détecteur de neutrons et/ou de photons gamma selon l'invention ;

- La figure 6 illustre des résultats de détection de neutrons dans une ambiance mixte neutrons/photons gamma avec un détecteur de l'invention.

Sur toutes les figures, les mêmes références désignent les mêmes éléments.

Exposé détaillé de mode de réalisation préférentiels de l'invention

La figure 1 représente un scintillateur pour la détection de neutrons et/ou de photons gamma selon un premier mode de réalisation de l'invention.

Le scintillateur est un scintillateur phoswich multi-couches (le terme « phoswich » étant une contraction de l'anglais « phosphor sandwich »). Le scintillateur phoswich multi-couches est constitué d'un empilement de couches. Les couches sont formées à partir de deux matériaux solides fluorescents différents, une couche réalisée à partir d'un premier matériau fluorescent A alternant avec une couche réalisée à partir d'un second matériau fluorescent B. Si le premier matériau fluorescent A produit une lumière de fluorescence dont le temps de relaxation est court, alors le second matériau fluorescent B produit une lumière de fluorescence dont le temps de relaxation est long. Réciproquement, si le premier matériau fluorescent A produit une lumière de fluorescence dont le temps de relaxation est long, alors le second matériau fluorescent B produit une lumière de fluorescence dont le temps de relaxation est court. Par temps de relaxation court, il faut entendre, par exemple, une durée de l'ordre de 1,8 ns et par temps de relaxation long, il faut entendre, par exemple, une durée de l'ordre de 285 ns. A titre d'exemple non limitatif, le matériau fluorescent dont le temps de relaxation est court est du BC-404 de la marque Saint-Gobain® et le matériau fluorescent dont le temps de relaxation est long est du BC-444 de la marque Saint-Gobain®. L'épaisseur e des couches est, par exemple, égale à 200µm. Le procédé mis en œuvre pour réaliser

l'empilement de couches est connu en soi (procédé de fabrication des détecteurs phoswich). Il consiste, par exemple, à fixer les couches les unes sur les autres à l'aide d'une colle optique.

La figure 2 représente un scintillateur pour la détection de neutrons et/ou de photons gamma selon un deuxième mode de réalisation de l'invention.

Le scintillateur se présente sous la forme de micro-billes b faites d'un premier matériau solide fluorescent insérées dans un bloc M fait d'un second matériau solide fluorescent. A titre d'exemple non limitatif, les micro-billes b réparties dans le bloc M définissent un maillage cubique. Selon une première variante du deuxième mode de réalisation de l'invention, les micro-billes sont réalisées avec un matériau fluorescent qui produit une lumière de fluorescence dont le temps de relaxation est court et le bloc M est réalisé avec un matériau fluorescent qui produit une lumière de fluorescence dont le temps de relaxation est long. Selon une deuxième variante du deuxième mode de réalisation de l'invention, ce sont les micro-billes b qui sont réalisées avec un matériau fluorescent qui produit une lumière de fluorescence dont le temps de relaxation est long et le bloc M qui est réalisé avec un matériau fluorescent qui produit une lumière de fluorescence dont le temps de relaxation est court.

Les matériaux fluorescents utilisés dans le deuxième mode de réalisation de l'invention sont identiques aux matériaux utilisés dans le premier mode de réalisation. Le diamètre des micro-billes est, par exemple, égal à 200µm et la distance qui sépare la périphérie de deux micro-billes voisines est par exemple égale à 200µm.

Le procédé d'insertion des micro-billes b dans le bloc M consiste, tout d'abord, à former une poudre de micro-billes avec un broyeur, puis à incorporer cette poudre dans le bloc M lors de la formation de celui-ci. Il est veillé à ce que la répartition des micro-billes b dans le bloc M se fasse correctement.

Les figures 3A et 3B illustrent respectivement la détection d'un neutron et la détection d'un photon gamma à l'aide d'un scintillateur tel que représenté en figure 1 et les figures 4A et 4B illustrent respectivement la détection d'un neutron et la détection d'un photon gamma à l'aide d'un scintillateur tel que représenté en figure 2.

Lorsqu'un neutron n est détecté dans un scintillateur de l'invention, un proton de recul p est émis. Il y a alors ionisation du milieu par le proton et création de lumière de fluorescence. Selon l'invention, la portion de matériau fluorescent dans laquelle le proton p est émis (couche A ou B, micro-bille b , ou bloc M) est suffisamment grande par rapport au parcours P_p du proton pour que celui-ci y dépose la totalité de son énergie. Dans le cas où le proton de recul est émis dans le matériau qui produit une lumière de fluorescence dont le temps de relaxation est court, le signal de fluorescence est alors constitué d'une impulsion de grande amplitude et de courte durée et, dans le cas où le proton de recul est émis dans le matériau qui produit une lumière de fluorescence dont le temps de relaxation est long, le signal de fluorescence est constitué d'une impulsion de faible amplitude et de durée longue. Le signal de fluorescence qui résulte de la détection d'un neutron conduit donc soit à un signal de grande amplitude et de courte durée, soit à un signal de faible amplitude et de durée longue.

Lorsqu'un photon gamma est détecté dans un scintillateur de l'invention, un électron de recul est émis. Il y a également ionisation du milieu par l'électron et création de lumière de fluorescence. Selon l'invention, la portion de matériau dans laquelle l'électron est émis est suffisamment petite par rapport au parcours P_e de l'électron pour que celui-ci n'y dépose qu'une partie de son énergie et continue sa trajectoire en traversant soit plusieurs couches successives de l'empilement de couches (dans le cas du premier mode de réalisation de l'invention) soit plusieurs alternances bloc M/micro-bille (dans le cas du deuxième mode de réalisation de l'invention). Le signal de fluorescence émis comprend alors une composante de courte durée et une composante de durée longue, ce qui conduit à la formation d'un signal de d'amplitude moyenne et de durée moyenne. Par « amplitude moyenne », il faut entendre une amplitude de valeur intermédiaire entre la « grande amplitude » et la « faible amplitude » mentionnées précédemment. De même, par « durée moyenne », il faut entendre une durée de valeur intermédiaire entre la « courte durée » et la « durée longue » mentionnées précédemment. De façon concrète, cette hiérarchie des amplitudes (grande, moyenne, faible) de même que cette hiérarchie des durées (courte, moyenne, longue) sont définies par des seuils.

Le scintillateur de l'invention conduit ainsi avantageusement à la formation de signaux de fluorescence ayant des formes différentes selon qu'une détection de neutron ou une détection de photon gamma est effectuée. C'est cette différence de forme qui est utilisée pour discriminer les neutrons des photons gamma.

5 Dans le cadre de l'invention, une dissymétrie dans l'alternance fluorescence rapide/fluorescence lente peut être introduite au niveau du scintillateur pour améliorer la discrimination. Par exemple, si les fluorescences lentes ont une plus faible proportion que les fluorescences rapides dans le scintillateur, la contribution lente des photons sera réduite et la discrimination amplifiée. Concrètement, cette dissymétrie
10 est alors réalisée en réduisant l'épaisseur du matériau fluorescent apte à produire une lumière de fluorescence de temps de relaxation long comparativement à l'épaisseur du matériau fluorescent apte à produire une lumière de fluorescence de temps de relaxation court. Cette dissymétrie peut être avantageusement optimisée en fonction des applications concernées et, notamment, en fonction de l'importance ou non du bruit de
15 fond gamma (compromis entre sensibilité et discrimination).

La figure 5 représente un schéma de principe de détecteur de neutrons et/ou de photons gamma selon l'invention. Le détecteur comprend, montés en série, un scintillateur Sc conforme à l'invention, un photomultiplicateur PM, un module de filtrage F, un module de discrimination MD et un module de comptage et de lissage MC.

20 Le photomultiplicateur PM convertit la lumière délivrée par le scintillateur en électrons et délivre des impulsions électroniques. Le module de filtrage F élimine le bruit présent dans les impulsions électroniques. Le module de discrimination MD met en œuvre - de façon connue en soi - une technique de discrimination par forme d'impulsion. Chaque impulsion est alors classée en fonction de sa forme. Toute technique
25 choisie parmi les techniques PSD connues à ce jour (PSD pour « Pulses Shape Discrimination ») peut être mise en œuvre dans le cadre de l'invention.

La figure 6 illustre, à titre d'exemple non limitatif, un diagramme de discrimination obtenu par la mise en œuvre d'une de ces techniques. La source émettrice de neutrons et de photons gamma mesurée est du ²⁵²Cf. Selon la technique de
30 discrimination choisie, chaque impulsion est décomposée, de façon connue en soi, en une

composante rapide P_a et une composante lente P_b . Chaque impulsion est ensuite positionnée dans un repère (X, Y) , où l'axe des abscisses X est l'axe des composantes lentes et l'axe des ordonnées Y est l'axe des composantes rapides. Quatre zones distinctes apparaissent dans le repère (X, Y) :

- 5 - Une première zone Z_1 correspond aux impulsions dont la composante rapide est importante et la composante lente est faible ;
- Une deuxième zone Z_2 correspond au cas où la composante rapide est faible et la composante lente est importante ;
- Une troisième zone Z_3 et une quatrième zone Z_4 correspondent au cas
- 10 où les composantes rapide et lente sont sensiblement identiques.

Les zones Z_1 et Z_2 rassemblent les impulsions qui correspondent à la détection de neutrons. La zone Z_3 rassemble les impulsions qui correspondent à la détection de photons gamma. La zone Z_4 rassemble des impulsions de bruit.

- Dès lors que les impulsions sont discriminées, le module de comptage et
- 15 de lissage MC calcule les taux de comptage respectifs C_n et C_γ pour la détection des neutrons et pour la détection des photons gamma.

REVENDICATIONS

1. Scintillateur pour la détection de neutrons et/ou de photons gamma, caractérisé en ce qu'il comprend une structure constituée de deux matériaux solides fluorescents différents, l'un des matériaux solides fluorescents étant apte à produire une
5 lumière de fluorescence de temps de relaxation court et l'autre matériau solide fluorescent étant apte à produire une lumière de fluorescence de temps de relaxation long, les deux matériaux étant agencés de façon qu'un neutron ou un photon gamma qui pénètre dans le scintillateur suive une trajectoire le long de laquelle un premier matériau
10 alterne avec un second matériau, une distance sur laquelle un neutron ou un photon gamma se déplace le long de ladite trajectoire dans le premier ou dans le second matériau étant sensiblement égale ou supérieure à un parcours d'un proton de recul qui résulte de la détection d'un neutron dans le premier ou le second matériau et très sensiblement inférieure à un parcours d'un électron de recul qui résulte de la détection
15 d'un photon gamma dans le premier ou le second matériau.

2. Scintillateur selon la revendication 1, dans lequel les deux matériaux solides fluorescents sont agencés sous la forme d'un empilement de couches successives, une couche d'un premier matériau fluorescent (A) alternant avec une couche d'un second
20 matériau fluorescent (B).

3. Scintillateur selon la revendication 2, dans lequel une épaisseur de chaque couche de l'empilement est sensiblement égale à 200µm.

25 4. Scintillateur selon la revendication 1, dans lequel les deux matériaux solides fluorescents sont agencés sous la forme d'un ensemble de micro-billes (b) faites d'un premier matériau fluorescent insérées dans un bloc (M) fait d'un second matériau fluorescent.

5. Scintillateur selon la revendication 4, dans lequel les micro-billes (b) insérées dans le bloc (M) définissent une maille cubique.

5 6. Scintillateur selon l'une des revendications 4 ou 5, dans lequel un diamètre des micro-billes (b) est sensiblement égal à 200µm et deux micro-billes voisines sont distantes de 200µm.

10 7. Détecteur de neutrons et/ou de photons gamma, caractérisé en ce qu'il comprend un scintillateur (Sc) selon l'une quelconque des revendications 1 à 6 qui délivre un signal de fluorescence lorsqu'un neutron ou un photon gamma est détecté, un photomultiplicateur (PM) qui convertit en impulsion électronique le signal de fluorescence délivré par le scintillateur et un module de discrimination (MD) apte à discriminer, à partir de la forme de l'impulsion électronique délivrée par le photomultiplicateur, si un neutron ou un photon gamma a été détecté.

15

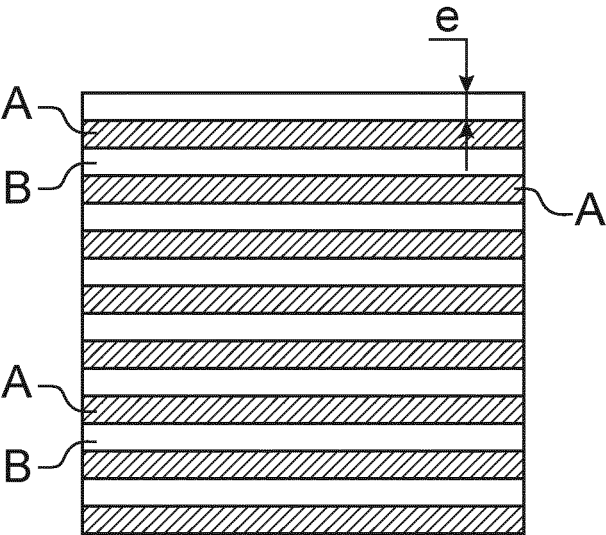


FIG. 1

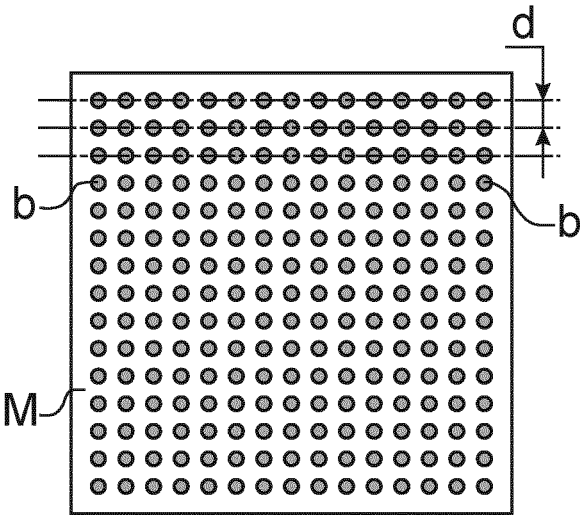


FIG. 2

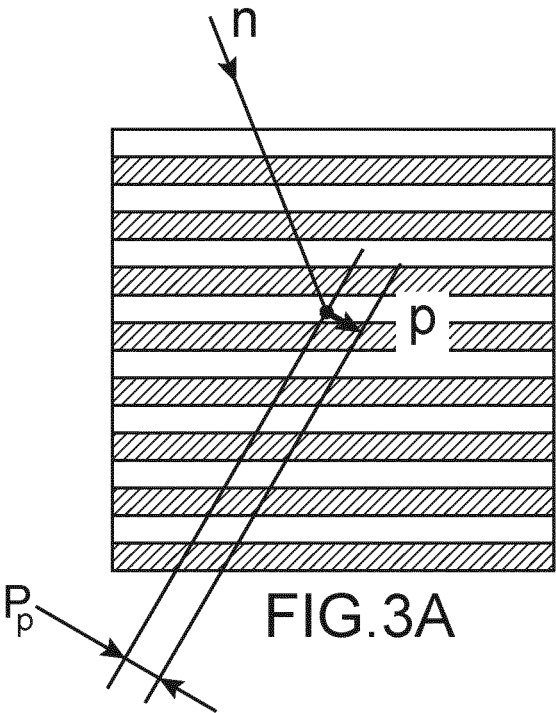


FIG. 3A

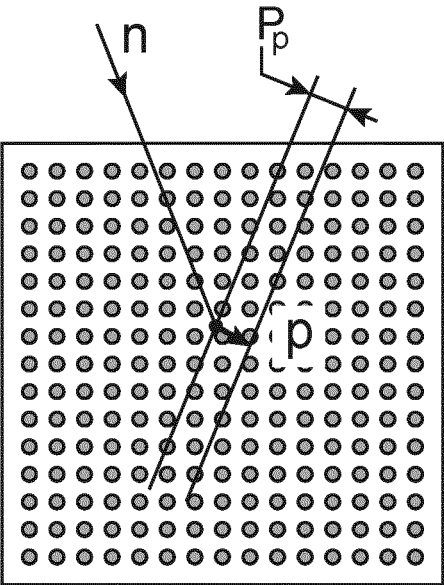


FIG. 4A

2/3

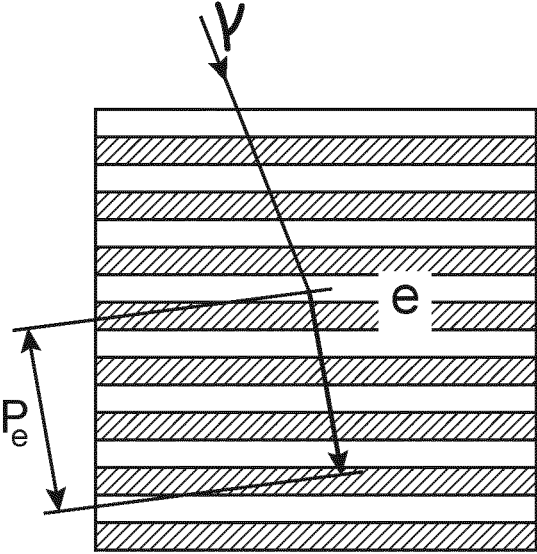


FIG.3B

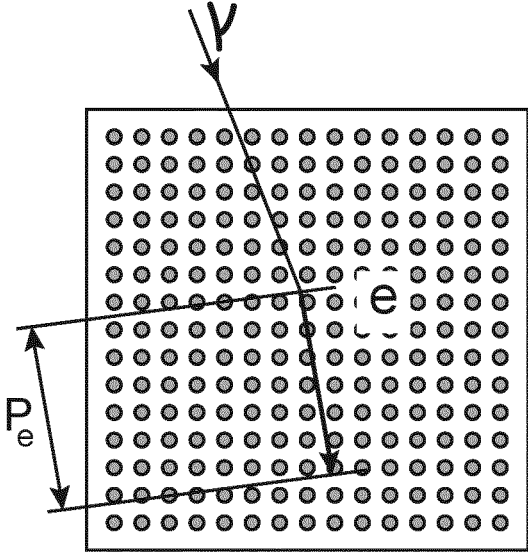
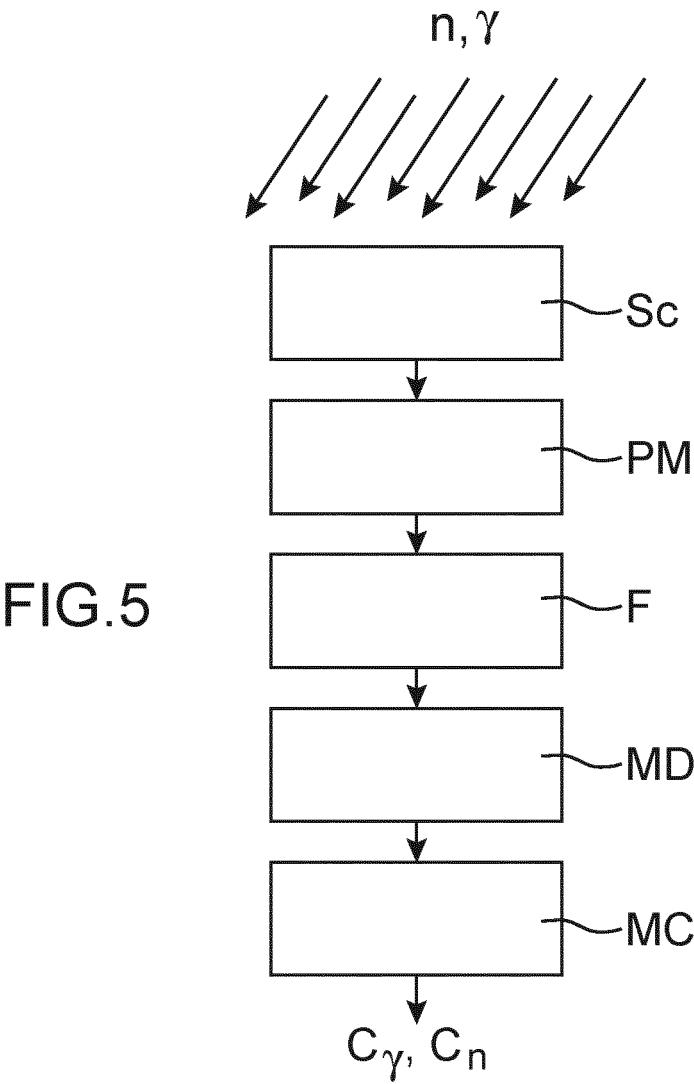


FIG.4B



3/3

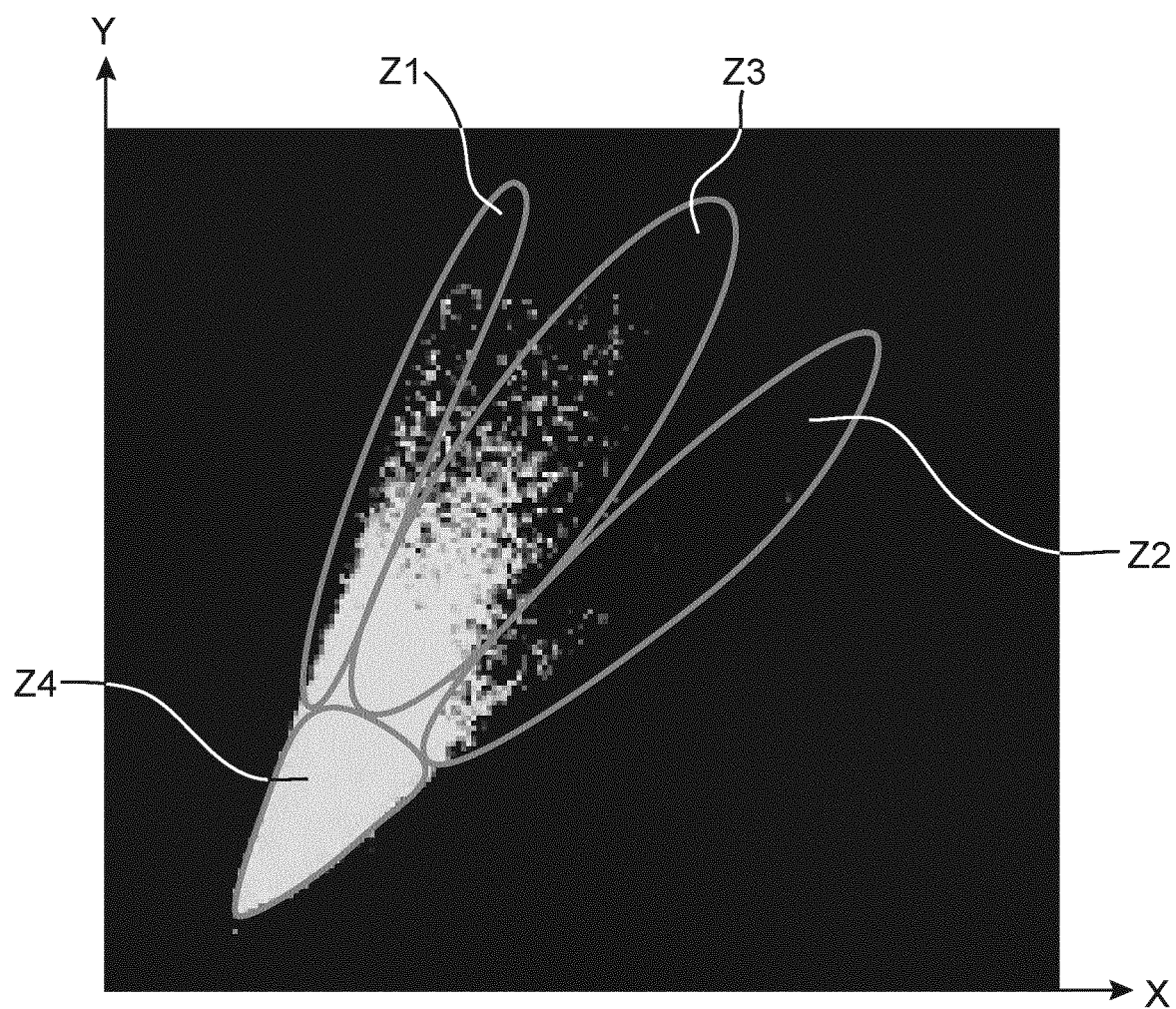


FIG.6



RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE

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

N° d'enregistrement
national

FA 779455
FR 1350084

DOCUMENTS CONSIDÉRÉS COMME PERTINENTS		Revendication(s) concernée(s)	Classement attribué à l'invention par l'INPI
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes		
X	US 2011/291014 A1 (KUSNER MICHAEL R [US]) 1 décembre 2011 (2011-12-01)	1-3,7	G01T3/06 G01T1/20
Y	* alinéas [0031], [0042], [0043]; figure 3 *	4-6	

X	US 2011/204243 A1 (BENDAHAN JOSEPH [US] ET AL) 25 août 2011 (2011-08-25)	1-3,7	
	* alinéas [0063], [0084], [0086]; figures 1,7 *		

Y	WO 2012/133796 A1 (UNIV HOKKAIDO NAT UNIV CORP [JP]; JAPAN ATOMIC ENERGY AGENCY [JP]; KAN) 4 octobre 2012 (2012-10-04)	4-6	
A	* abrégé *	1-3,7	
	* alinéa [0037] - alinéa [0042]; figure 1 *		

X	US 2011/163237 A1 (AKERS DOUGLAS W [US] ET AL) 7 juillet 2011 (2011-07-07)	1,7	
	* alinéas [0024], [0034], [0037]; figure 1 *		

A	US 2004/262530 A1 (REBER EDWARD L [US] ET AL) 30 décembre 2004 (2004-12-30)	1,7	
	* alinéas [0016], [0028]; figures 1,4 *		

			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (IPC)
			G01T
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
20 septembre 2013		Wulveryck, J	
CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS			
X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire		T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure. D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant	

ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 1350084 FA 779455

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche préliminaire visé ci-dessus.

Les dits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du **20-09-2013**

Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets, ni de l'Administration française

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 2011291014 A1	01-12-2011	CN 102985847 A	20-03-2013
		US 2011291014 A1	01-12-2011
		WO 2011153280 A2	08-12-2011

US 2011204243 A1	25-08-2011	GB 2473373 A	09-03-2011
		US 2011182407 A1	28-07-2011
		US 2011204243 A1	25-08-2011
		WO 2009150416 A2	17-12-2009

WO 2012133796 A1	04-10-2012	AUCUN	

US 2011163237 A1	07-07-2011	AUCUN	

US 2004262530 A1	30-12-2004	AUCUN	
