

⑲ RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
PARIS

⑪ N° de publication : **2 843 131**

(à n'utiliser que pour les
commandes de reproduction)

⑫ N° d'enregistrement national : **03 09375**

⑮ Int Cl⁷ : C 30 B 29/34, G 01 T 1/202, C 09 K 11/77

⑫

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

⑳ Date de dépôt : 30.07.03.

㉑ Priorité : 30.07.02 JP 02221538; 30.07.02 JP 02221537; 30.07.02 JP 02221536.

④③ Date de mise à la disposition du public de la demande : 06.02.04 Bulletin 04/06.

④⑥ Liste des documents cités dans le rapport de recherche préliminaire : *Ce dernier n'a pas été établi à la date de publication de la demande.*

④⑥ Références à d'autres documents nationaux apparentés :

⑦① Demandeur(s) : HITACHI CHEMICAL CO.,LTD — JP.

⑦② Inventeur(s) : SUMIYA KEIJI, ISHIBASHI HIROYUKI et SENGUTTUVAN NACHIMUTHU.

⑦③ Titulaire(s) :

⑦④ Mandataire(s) : CABINET BEAU DE LOMENIE.

④⑤ MONOCRISTAL DE SILICATE D'ÉLÉMENT DES TERRES RARES ET SCINTILLATEUR LE CONTENANT.

④⑦ L'invention concerne un monocristal d'un silicate d'un élément des terres rares, qui contient de l'aluminium en une quantité supérieure à 0,4 ppm et d'au plus 50 ppm et/ou du fer en une quantité supérieure à 0,1 ppm et d'au plus 50 ppm et présente un facteur de transmission de la lumière, déterminé à une longueur d'onde de 450 nm, d'au moins 75 %, et un scintillateur qui comprend ce monocristal.

FR 2 843 131 - A1



La présente invention concerne un monocristal de silicate d'élément des terres rares qui peut être utilisé par exemple dans un scintillateur pour dispositifs de tomographie par émission de positrons (TEP) informatisées, et un tel scintillateur.

5 Un monocristal de silicate d'élément des terres rares tel qu'un monocristal de silicate de gadolinium a été largement utilisé dans différents domaines comme les scintillateurs et les matériaux fluorescents (luminophores). Un tel monocristal de silicate de gadolinium, par exemple, est préparé à partir d'un oxyde d'un élément des terres rares comme
10 l'oxyde de gadolinium et d'un oxyde de silicium comme le dioxyde de silicium, par exemple selon le procédé de Czochralski dans lequel un monocristal est tiré à partir d'un bain de fusion contenant les matières premières correspondantes. De plus, un tel monocristal de silicate d'élément des terres rares est généralement dopé avec un additif comme
15 Ce qui sert de centre fluorescent dans le monocristal résultant. On admet que les éléments des terres rares différents des éléments constitutifs et les impuretés comme des métaux de transition exercent une influence sur les performances d'un scintillateur comme le temps d'atténuation de la fluorescence, de sorte que des matières premières ayant une pureté d'au
20 moins 99,99 % en masse comme Gd_2O_3 et SiO_2 dans lesquelles la quantité d'éléments d'impuretés a été réduite sont utilisés pour produire des monocristaux.

Quand un monocristal conventionnel d'un silicate d'un élément des terres rares comme un monocristal de silicate de gadolinium est utilisé
25 comme scintillateur, sa courbe d'atténuation de luminescence comprend deux composantes, à savoir une composante d'atténuation rapide (composante rapide) qui apparaît dans le domaine de 30 à 60 ns et une composante d'atténuation lente (composante lente) qui apparaît dans le domaine de 400 à 600 ns. On a constaté à ce sujet que le rapport
30 d'émission (ou rapport d'existence) de la composante d'atténuation rapide (composante rapide) à la composante d'atténuation lente (composante lente) est de l'ordre d'environ 70 à 80 %:30 à 20 %. Pour cette raison, dans le cas d'un scintillateur pour un dispositif de TEP dont le temps d'atténuation de fluorescence doit être réduit, on a souhaité accélérer
35 seulement la composante d'atténuation lente dans la courbe d'atténuation de luminescence et de réduire ainsi le rapport d'émission sans dégrader

les autres propriétés caractéristiques qui sont nécessaires pour un tel scintillateur. Comme moyen pour raccourcir le temps d'atténuation de fluorescence, on connaît par exemple un procédé dans lequel Ce est incorporé comme dopant dans un monocristal destiné à être utilisé dans la production d'un tel scintillateur en une quantité supérieure à celle utilisée dans la technique conventionnelle.

Toutefois, dans un monocristal de silicate de gadolinium dans lequel la concentration de Ce qui sert de centre fluorescent n'est pas inférieure à 0,6 mol %, le monocristal résultant a une teinte jaune pâle. Une telle coloration est indésirable car elle peut détériorer l'émission de fluorescence et la résolution en énergie et donc les propriétés caractéristiques du scintillateur résultant. Cette coloration peut être due à la présence d'atomes de Ce tétravalents qui ne contribuent pas à la luminescence. Ainsi, il serait nécessaire d'imaginer une mesure pour réduire la concentration des atomes de Ce tétravalents qui peuvent provoquer la coloration évoquée ci-dessus, tout en garantissant la réduction du temps d'atténuation de fluorescence en maintenant une haute concentration de Ce, pour développer un procédé pour permettre simultanément le raccourcissement du temps d'atténuation de fluorescence et le maintien d'une haute émission de fluorescence.

Ainsi, la présente invention a pour but de fournir un monocristal d'un silicate d'un élément des terres rares dans lequel la composante d'atténuation lente est réduite et le temps d'atténuation de fluorescence est raccourci, et de fournir un monocristal d'un silicate d'un élément des terres rares qui est peu coloré même dans un domaine de concentration de Ce supérieur à celui utilisé dans la technique conventionnelle ou à une concentration de Ce qui peut entraîner une coloration du monocristal en jaune pâle, qui permet la réduction du temps d'atténuation de fluorescence et qui peut contribuer à améliorer un scintillateur pour TEP en ce qui concerne la vitesse de fonctionnement.

Ainsi, la présente invention concerne un monocristal d'un silicate d'un élément des terres rares qui contient de l'aluminium en une quantité supérieure à 0,4 ppm et d'au plus 50 ppm et/ou du fer en une quantité supérieure à 0,1 ppm et d'au plus 50 ppm.

De préférence, le monocristal selon la présente invention contient du cérium en une quantité d'au moins 0,6 mol % et d'au plus

5 mol % et a un facteur de transmission de la lumière, déterminé à une longueur d'onde de 450 nm, d'au moins 75 %.

Le monocristal selon la présente invention contient de l'aluminium de préférence en une quantité supérieure à 0,4 ppm et d'au plus 50 ppm.

De préférence, le monocristal selon la présente invention contient du fer en une quantité supérieure à 0,1 ppm et d'au plus 50 ppm.

Dans ce monocristal, l'élément des terres rares peut être le gadolinium.

Le monocristal selon la présente invention peut être un monocristal de silicate de gadolinium dopé au cérium.

La présente invention concerne également un scintillateur qui comprend le monocristal décrit ci-dessus.

On a examiné la relation entre les deux composantes de la courbe d'atténuation de luminescence, à savoir la composante rapide et la composante lente, et le rapport d'émission (ou rapport d'existence) de ces deux composantes et la teneur en impuretés des matières premières (les monocristaux de silicates d'élément des terres rares) et on a constaté que les propriétés de tirage de monocristaux sont influencées par des éléments d'impuretés spécifiques présents dans les matières premières. On a ainsi constaté que l'incorporation d'aluminium en une quantité supérieure à 0,4 ppm et d'au plus 50 ppm et/ou de fer en une quantité supérieure à 0,1 ppm et d'au plus 50 ppm dans un monocristal d'un silicate d'élément des terres rares peut réduire la composante lente et raccourcir le temps d'atténuation de fluorescence et améliorer ainsi les propriétés d'un scintillateur correspondant.

Il est nécessaire que la quantité d'aluminium contenue dans le monocristal de silicate d'élément des terres rares selon la présente invention soit supérieure à 0,4 ppm et d'au plus 50 ppm et, de préférence elle est de 5 à 40 ppm, de préférence encore de 10 à 30 ppm.

Si la quantité d'aluminium n'est pas supérieure à 0,4 ppm, la composante lente n'est pas réduite et le temps d'atténuation de fluorescence n'est pas raccourci. D'autre part, si la quantité d'aluminium est supérieure à 0,4 ppm, la composante lente est réduite et le temps d'atténuation de fluorescence est raccourci. Cependant, si la quantité d'aluminium est supérieure à 50 ppm, l'émission de fluorescence est

réduite rapidement. Pour ces raisons, il est nécessaire que la quantité d'aluminium à titre d'impureté soit supérieure à 0,4 ppm et d'au plus 50 ppm.

5 Il est nécessaire que la quantité de fer contenue dans le monocristal de silicate d'élément des terres rares selon la présente invention soit supérieure à 0,1 ppm et d'au plus 50 ppm, et de préférence elle est de 5 à 40 ppm, et de préférence encore de 10 à 30 ppm.

10 Si la quantité de fer n'est pas supérieure à 0,1 ppm, la composante lente est réduite et le temps d'atténuation de fluorescence est raccourci. Toutefois, si la quantité de fer est supérieure à 50 ppm, l'émission de fluorescence est réduite rapidement. Pour ces raisons, il est nécessaire que la quantité de fer à titre d'impureté soit supérieure à 0,1 ppm et d'au plus 50 ppm.

15 La quantité de cérium (Ce) dans un monocristal de silicate d'élément des terres rares selon la présente invention est de préférence d'au moins 0,6 mol % et d'au plus 5 mol % et le facteur de transmission de la lumière, déterminé à une longueur d'onde de 450 nm, est de préférence d'au moins 75 %. La quantité de Ce à ajouter au monocristal est de préférence encore de 1 à 3 mol % et de manière particulièrement
20 préférable de 1,5 à 2 mol %. La teneur en Al du monocristal de silicate d'élément des terres rares dopé avec Ce en une quantité de 0,6 à 5 mol % est de préférence ajustée à un niveau supérieur à 0,4 ppm et d'au plus 50 ppm pour obtenir un monocristal ayant les propriétés voulues, telles que celles évoquées ci-dessus.

25 Si la teneur en Al à titre d'impureté n'est pas supérieure à 0,4 ppm, la coloration du monocristal résultant ne peut pas être empêchée, le monocristal a une teinte jaune pâle et son facteur de transmission de la lumière est dégradé. D'autre part, si la teneur en Al à titre d'impureté dépasse 50 ppm, des vides sont formés dans le
30 monocristal résultant, ce qui conduit à une réduction du facteur de transmission de la lumière du cristal. On suppose que ceci est dû à une augmentation des phases étrangères fines formées par exemple dans le monocristal de silicate de gadolinium résultant. Cependant, on admet que si la concentration en Ce est élevée, c'est-à-dire d'au moins 0,6 mol %,
35 la formation de toute phase étrangère est inhibée de sorte que des vides

ne se forment pas même quand Al à titre d'impureté est présent en une quantité supérieure à 0,4 ppm et d'au plus 50 ppm.

De préférence, la teneur en Al est de 2 à 30 ppm et de manière particulièrement préférable de 5 à 20 ppm.

5 Le monocristal de silicate d'élément des terres rares selon la présente invention peut être représenté généralement par la formule suivante: $\text{Ln}_{2-x}\text{Ce}_x\text{SiO}_5$ où Ln représente au moins un élément choisi dans le groupe consistant en Sc, Y, La, Ce, Pr, Nd, Pm, Sm, Eu, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Yb et Lu et x représente une valeur numérique allant de 0 à 2 et est
10 susceptible de donner les mêmes résultats que ceux observés pour le monocristal de silicate de gadolinium évoqué ci-dessus. Le monocristal selon la présente invention a une structure cristalline identique à celle observée pour un monocristal de silicate de gadolinium et les éléments de symétrie de sa structure appartiennent au groupe d'espace P21/c.

15 La présente invention sera mieux comprise à la lecture des exemples et exemples comparatifs suivants.

Exemples A

20 Dans les exemples A et les exemples comparatifs A suivants, des monocristaux ont été obtenus selon le procédé de Czochralski avec, comme matières premières, de l'oxyde de gadolinium (Gd_2O_3 , 99,99 % en masse), du dioxyde de silicium (SiO_2 , 99,99 % en masse), de l'oxyde de cérium (CeO_2 , 99,99 % en masse) et de l'oxyde d'aluminium (Al_2O_3 , 99,99 % en masse). Un échantillon ayant pour dimensions
25 $10 \times 10 \times 10 \text{ mm}^3$ a été prélevé sur chaque monocristal ainsi préparé et la courbe d'atténuation de fluorescence, le temps d'atténuation de fluorescence, le rapport d'existence, des composantes d'atténuation et l'émission de fluorescence ont été obtenus d'après un spectre d'énergie (^{137}Cs) et d'après une oscillographie numérique du scintillateur résultant.
30 Les résultats ainsi obtenus sont résumés dans le tableau 1 suivant. Dans chaque exemple, trois monocristaux ont été formés et, dans le tableau 1, chaque donnée est donc la moyenne de trois mesures.

Exemple A1

35 Un monocristal de silicate de gadolinium ayant une concentration de Ce de 0,48 mol % a été préparé de la manière suivante.

On a pesé 2 573,5 g d'oxyde de gadolinium, 426,5 g de dioxyde de silicium, 5,9 g d'oxyde de cérium et 0,0075 g d'oxyde d'aluminium puis on a mélangé ces ingrédients, on a calciné le mélange résultant à une température de 1 200°C et on a introduit le mélange calciné dans un creuset en iridium (Ir) d'un diamètre de 100 mm. Ensuite, on a produit un monocristal dans les conditions suivantes : température du bain de fusion 1 950°C, vitesse de rotation du germe cristallin 30 tours/min et vitesse de tirage 2 mm/h, et on a continué l'opération de tirage jusqu'à ce que 80 % en masse de la matière première soient cristallisés. On a ainsi obtenu un monocristal d'un diamètre de 50 mm. On a déterminé la concentration de Al dans le monocristal ainsi obtenu par spectrométrie de masse à plasma à couplage inductif (PCI) et on a constaté qu'elle était égale à 0,6 ppm.

Exemple A2

On a préparé un monocristal de silicate de gadolinium ayant une concentration de Ce de 0,48 mol % de la manière suivante. On a pesé 2 573,5 g d'oxyde de gadolinium, 426,5 g de dioxyde de silicium, 5,9 g d'oxyde de cérium et 0,3 g d'oxyde d'aluminium puis on a mélangé ces ingrédients, on a calciné le mélange résultant à une température de 1 200°C et on a introduit le mélange calciné dans un creuset en iridium (Ir) d'un diamètre de 100 mm. Ensuite, on a produit un monocristal dans les conditions suivantes : température du bain de fusion 1 950°C, vitesse de rotation du germe cristallin 30 tours/min et vitesse de tirage 2 mm/h, et on a continué l'opération de tirage jusqu'à ce que 80 % en masse de la matière première soient cristallisés. On a obtenu un monocristal d'un diamètre de 50 mm. On a déterminé la concentration de Al dans le monocristal ainsi préparé par spectrométrie de masse à plasma à couplage inductif (PCI) et on a constaté qu'elle était égale à 24 ppm.

Exemple A3

On a préparé un monocristal de silicate de gadolinium ayant une concentration de Ce de 0,48 mol % de la manière suivante. On a pesé 2 573,5 g d'oxyde de gadolinium, 426,5 g de dioxyde de silicium, 5,9 g d'oxyde de cérium et 0,5625 g d'oxyde d'aluminium puis on a mélangé ces ingrédients, on a calciné le mélange résultant à une température de 1 200°C et on a introduit le mélange calciné dans un creuset en iridium

(Ir) d'un diamètre de 100 mm. Ensuite, on a produit un monocristal dans les conditions suivantes : température du bain de fusion 1 950°C, vitesse de rotation du germe cristallin 30 tours/min et vitesse de tirage 2 mm/h, et on a continué l'opération de tirage jusqu'à ce que 80 % en masse de la matière première soient cristallisés. On a obtenu un monocristal d'un diamètre de 50 mm. On a déterminé la concentration de Al dans le monocristal ainsi obtenu par spectrométrie de masse à plasma à couplage inductif (PCI) et on a constaté qu'elle était égale à 45 ppm.

10 Exemples comparatifs A

Les exemples comparatifs A ci-dessous concernent un monocristal de silicate de gadolinium ayant une concentration de Ce de 0,48 mol % comme dans les exemples A précédents. On a produit des monocristaux selon le procédé de Czochralski en utilisant, comme matières premières, de l'oxyde de gadolinium (Gd_2O_3 , 99,99 % en masse), du dioxyde de silicium (SiO_2 , 99,99 % en masse), de l'oxyde de cérium (CeO_2 , 99,99 % en masse) et de l'oxyde d'aluminium (Al_2O_3 , 99,99 % en masse) qui étaient absolument identiques à celles utilisées dans les exemples A précédents (les numéros des lots de purification étaient identiques également). On a prélevé un échantillon ayant pour dimensions $10 \times 10 \times 10 \text{ mm}^3$ sur chaque monocristal ainsi préparé et on a obtenu la courbe d'atténuation de fluorescence, le temps d'atténuation de fluorescence, le rapport d'existence des composantes d'atténuation et l'émission de fluorescence d'après un spectre d'énergie (^{137}Cs) et une oscillographie numérique du scintillateur correspondant. Les résultats ainsi obtenus sont résumés dans le tableau 1 suivant. Dans chaque exemple comparatif A, trois monocristaux ont été produits de sorte que, dans le tableau 1, chaque donnée est la moyenne de trois mesures.

30 Exemple comparatif A1

On a préparé un monocristal de silicate de gadolinium ayant une concentration de Ce de 0,48 mol % de la manière suivante. On a pesé 2 573,5 g d'oxyde de gadolinium, 426,5 g de dioxyde de silicium et 5,9 g d'oxyde de cérium puis on a mélangé ces ingrédients, on a calciné le mélange résultant à une température de 1 200°C et on a introduit le mélange calciné dans un creuset en iridium (Ir) d'un diamètre de 100 mm.

Ensuite, on a produit un monocristal dans les conditions suivantes : température du bain de fusion 1 950°C, vitesse de rotation du germe cristallin 30 tours/min et vitesse de tirage 2 mm/h, et on a continué l'opération de tirage jusqu'à ce que 80 % en masse de la matière première
5 soient cristallisés. On a obtenu un monocristal d'un diamètre de 50 mm. On a déterminé la concentration de Al dans le monocristal ainsi préparé par spectrométrie de masse à plasma à couplage inductif (PCI) et on a constaté qu'elle était égale à 0 ppm.

10 Exemple comparatif A2

On a préparé un monocristal de silicate de gadolinium ayant une concentration de Ce de 0,48 mol % de la manière suivante. On a pesé 2 573,5 g d'oxyde de gadolinium, 426,5 g de dioxyde de silicium, 5,9 g d'oxyde de cérium et 0,0025 g d'oxyde d'aluminium puis on a mélangé ces
15 ingrédients, on a calciné le mélange résultant à une température de 1 200°C et on a introduit le mélange calciné dans un creuset en iridium (Ir) d'un diamètre de 100 mm. Ensuite, on a produit un monocristal dans les conditions suivantes : température du bain de fusion 1 950°C, vitesse de rotation du germe cristallin 30 tours/min et vitesse de tirage 2 mm/h,
20 et on a continué l'opération de tirage jusqu'à ce que 80 % en masse de la matière première soient cristallisés. On a obtenu un monocristal d'un diamètre de 50 mm. On a déterminé la concentration de Al dans le monocristal ainsi préparé par spectrométrie de masse à plasma à couplage inductif (PCI) et on a constaté qu'elle était égale à 0,2 ppm.

25

Exemple comparatif A3

On a préparé un monocristal de silicate de gadolinium ayant une concentration de Ce de 0,48 mol % de la manière suivante. On a pesé 2 573,5 g d'oxyde de gadolinium, 426,5 g de dioxyde de silicium, 5,9 g
30 d'oxyde de cérium et 0,65 g d'oxyde d'aluminium puis on a mélangé ces ingrédients, on a calciné le mélange résultant à une température de 1 200°C et on a introduit le mélange calciné dans un creuset en iridium (Ir) d'un diamètre de 100 mm. Ensuite, on a produit un monocristal dans les conditions suivantes : température du bain de fusion 1 950°C, vitesse
35 de rotation du germe cristallin 30 tours/min et vitesse de tirage 2 mm/h, et on a continué l'opération de tirage jusqu'à ce que 80 % en masse de la

matière première soient cristallisés. On a obtenu un monocristal d'un diamètre de 50 mm. On a déterminé la concentration de Al dans le monocristal ainsi préparé par spectrométrie de masse à plasma à couplage inductif (PCI) et on a constaté qu'elle était égale à 52 ppm.

5

Exemple comparatif A4

On a préparé un monocristal de silicate de gadolinium ayant une concentration de Ce de 0,48 mol % de la manière suivante. On a pesé 2 573,5 g d'oxyde de gadolinium, 426,5 g de dioxyde de silicium, 5,9 g d'oxyde de cérium et 0,875 g d'oxyde d'aluminium puis on a mélangé ces ingrédients, on a calciné le mélange résultant à une température de 1 200°C et on a introduit le mélange calciné dans un creuset en iridium (Ir) d'un diamètre de 100 mm. Ensuite, on a produit un monocristal dans les conditions suivantes : température du bain de fusion 1 950°C, vitesse de rotation du germe cristallin 30 tours/min et vitesse de tirage 2 mm/h, et on a continué l'opération de tirage jusqu'à ce que 80 % en masse de la matière première soient cristallisés. On a obtenu un monocristal d'un diamètre de 50 mm. On a déterminé la concentration de Al dans le monocristal ainsi préparé par spectrométrie de masse à plasma à couplage inductif (PCI) et on a constaté qu'elle était égale à 70 ppm.

20

Tableau 1

Exemples	Conc. Al (ppm)	Temps d'atténuation de fluorescence (ns)	Rapport d'existence des composantes d'atténuation (rapide/lente)	Emission de fluorescence (rapport relatif)
Ex. A1	0,6	49	89/11	90
Ex. A2	24	47	91/9	82
Ex. A3	45	47	91/9	80
Ex. comp. A1	0	68	79/21	100
Ex. comp. A2	0,2	66	80/20	98
Ex. comp. A3	52	45	93/7	60
Ex. comp. A4	70	40	96/4	51

Comme le montrent clairement les données obtenues dans les exemples comparatifs A1 et A2, quand la concentration de Al est basse, la composante lente n'est pas réduite et le temps d'atténuation de fluorescence n'est pas raccourci. D'autre part, dans les exemples A1 à A3
5 dans lesquels la concentration de Al est supérieure à 0,4 ppm, le rapport d'existence de la composante lente est réduit de sorte que le temps d'atténuation de fluorescence est très raccourci. Cependant, comme le montrent les exemples comparatifs A3 et A4, quand la concentration de Al est supérieure à 50 ppm, le temps d'atténuation de fluorescence est très
10 raccourci mais l'émission de fluorescence est réduite rapidement de sorte que les propriétés du scintillateur correspondant sont détériorées.

Ces résultats montrent qu'il est possible de raccourcir le temps d'atténuation de fluorescence tout en conservant les propriétés du scintillateur grâce à la présence de Al à titre d'impureté en une quantité
15 supérieure à 0,4 ppm et d'au plus 50 ppm, de sorte qu'il est possible de réaliser un diagnostic à grande vitesse au moyen d'un dispositif de TEP utilisant le scintillateur correspondant.

Exemples B

20 Dans les exemples B et les exemples comparatifs B suivants, on a produit des monocristaux selon le procédé de Czochralski en utilisant, comme matières premières, de l'oxyde de gadolinium (Gd_2O_3 , 99,99 % en masse), du dioxyde de silicium (SiO_2 , 99,99 % en masse), de l'oxyde de cérium (CeO_2 , 99,99 % en masse) et de l'oxyde de fer (III) (Fe_2O_3 ,
25 99,99 % en masse). On a prélevé sur chaque monocristal ainsi obtenu un échantillon ayant pour dimensions $10 \times 10 \times 10 \text{ mm}^3$ et on a obtenu la courbe d'atténuation de fluorescence, le temps d'atténuation de fluorescence, le rapport d'existence des composantes d'atténuation et l'émission de fluorescence d'après un spectre d'énergie (^{137}Cs) et une
30 oscillographie numérique du scintillateur. Les résultats ainsi obtenus sont résumés dans le tableau 2 suivant. Dans chaque exemple, on a produit trois monocristaux de sorte que, dans le tableau 2, chaque donnée est la moyenne de trois mesures.

Exemple B1

On a préparé un monocristal de silicate de gadolinium ayant une concentration de Ce de 0,48 mol % de la manière suivante. On a pesé 2 573,5 g d'oxyde de gadolinium, 426,5 g de dioxyde de silicium, 5,9 g d'oxyde de cérium et 0,0038 d'oxyde de fer (III) puis on a mélangé ces ingrédients, on a calciné le mélange résultant à une température de 1 200°C et on a introduit le mélange calciné dans un creuset en iridium (Ir) d'un diamètre de 100 mm. Ensuite, on a produit un monocristal dans les conditions suivantes : température du bain de fusion 1 950°C, vitesse de rotation du germe cristallin 30 tours/min et vitesse de tirage 2 mm/h, et on a continué l'opération de tirage jusqu'à ce que 80 % en masse de la matière première soient cristallisés. On a obtenu un monocristal d'un diamètre de 50 mm. On a déterminé la concentration de Fe dans le monocristal ainsi préparé par spectrométrie de masse à plasma à couplage inductif (PCI) et on a constaté qu'elle était égale à 0,3 ppm.

Exemple B2

On a préparé un monocristal de silicate de gadolinium ayant une concentration de Ce de 0,48 mol % de la manière suivante. On a pesé 2 573,5 g d'oxyde de gadolinium, 426,5 g de dioxyde de silicium, 5,9 g d'oxyde de cérium et 0,045 g d'oxyde de fer (III) puis on a mélangé ces ingrédients, on a calciné le mélange résultant à une température de 1 200°C et on a introduit le mélange calciné dans un creuset en iridium (Ir) d'un diamètre de 100 mm. Ensuite, on a produit un monocristal dans les conditions suivantes : température du bain de fusion 1 950°C, vitesse de rotation du germe cristallin 30 tours/min et vitesse de tirage 2 mm/h, et on a continué l'opération de tirage jusqu'à ce que 80 % en masse de la matière première soient cristallisés. On a obtenu un monocristal d'un diamètre de 50 mm. On a déterminé la concentration de Fe dans le monocristal ainsi préparé par spectrométrie de masse à plasma à couplage inductif (PCI) et on a constaté qu'elle était égale à 4,6 ppm.

Exemple B3

On a préparé un monocristal de silicate de gadolinium ayant une concentration de Ce de 0,48 mol % de la manière suivante. On a pesé 2 573,5 g d'oxyde de gadolinium, 426,5 g de dioxyde de silicium, 5,9 g

d'oxyde de cérium et 0,6 g d'oxyde de fer (III) puis on a mélangé ces ingrédients, on a calciné le mélange résultant à une température de 1 200°C et on a introduit le mélange calciné dans un creuset en iridium (Ir) d'un diamètre de 100 mm. Ensuite, on a produit un monocristal dans les conditions suivantes : température du bain de fusion 1 950°C, vitesse de rotation du germe cristallin 30 tours/min et vitesse de tirage 2 mm/h, et on a continué l'opération de tirage jusqu'à ce que 80 % en masse de la matière première soient cristallisés. On a obtenu un monocristal d'un diamètre de 50 mm. On a déterminé la concentration de Fe dans le monocristal ainsi préparé par spectrométrie de masse à plasma à couplage inductif (PCI) et on a constaté qu'elle était égale à 48 ppm.

Exemple comparatif B1

On a préparé un monocristal de silicate de gadolinium ayant une concentration de Ce de 0,48 mol % de la manière suivante. On a pesé 2 573,5 g d'oxyde de gadolinium, 426,5 g de dioxyde de silicium et 5,9 g d'oxyde de cérium puis on a mélangé ces ingrédients, on a calciné le mélange résultant à une température de 1 200°C et on a introduit le mélange calciné dans un creuset en iridium (Ir) d'un diamètre de 100 mm. Ensuite, on a produit un monocristal dans les conditions suivantes : température du bain de fusion 1 950°C, vitesse de rotation du germe cristallin 30 tours/min et vitesse de tirage 2 mm/h, et on a continué l'opération de tirage jusqu'à ce que 80 % en masse de la matière première soient cristallisés. On a obtenu un monocristal d'un diamètre de 50 mm. On a déterminé la concentration de Fe dans le monocristal ainsi préparé par spectrométrie de masse à plasma à couplage inductif (PCI) et on a constaté qu'elle était égale à 0 ppm.

Exemple comparatif B2

On a préparé un monocristal de silicate de gadolinium ayant une concentration de Ce de 0,48 mol % de la manière suivante. On a pesé 2 573,5 g d'oxyde de gadolinium, 426,5 g de dioxyde de silicium, 5,9 g d'oxyde de cérium et 0,65 g d'oxyde de fer (III) puis on a mélangé ces ingrédients, on a calciné le mélange résultant à une température de 1 200°C et on a introduit le mélange calciné dans un creuset en iridium (Ir) d'un diamètre de 100 mm. Ensuite, on a produit un monocristal dans

les conditions suivantes : température du bain de fusion 1 950°C, vitesse de rotation du germe cristallin 30 tours/min et vitesse de tirage 2 mm/h, et on a continué l'opération de tirage jusqu'à ce que 80 % en masse de la matière première soient cristallisés. On a obtenu un monocristal d'un diamètre de 50 mm. On a déterminé la concentration de Fe dans le monocristal ainsi préparé par spectrométrie de masse à plasma à couplage inductif (PCI) et on a constaté qu'elle était égale à 52 ppm.

Exemple comparatif B3

On a préparé un monocristal de silicate de gadolinium ayant une concentration de Ce de 0,48 mol % de la manière suivante. On a pesé 2 573,5 g d'oxyde de gadolinium, 426,5 g de dioxyde de silicium, 5,9 g d'oxyde de cérium et 0,85 g d'oxyde de fer (III) puis on a mélangé ces ingrédients, on a calciné le mélange résultant à une température de 1 200°C et on a introduit le mélange calciné dans un creuset en iridium (Ir) d'un diamètre de 100 mm. Ensuite, on a produit un monocristal dans les conditions suivantes : température du bain de fusion 1 950°C, vitesse de rotation du germe cristallin 30 tours/min et vitesse de tirage 2 mm/h, et on a continué l'opération de tirage jusqu'à ce que 80 % en masse de la matière première soient cristallisés. On a obtenu un monocristal d'un diamètre de 50 mm. On a déterminé la concentration de Fe dans le monocristal ainsi préparé par spectrométrie de masse à plasma à couplage inductif (PCI) et on a constaté qu'elle était égale à 68 ppm.

Tableau 2

Exemples	Conc. Fe (ppm)	Temps d'atténuation de fluorescence (ns)	Rapport d'existence des composantes d'atténuation (rapide/lente)	Emission de fluorescence (rapport relatif)
Ex. B1	0,3	50	89/11	91
Ex. B2	4,6	48	91/9	87
Ex. B3	48	46	92/8	80
Ex. comp. B1	0	67	78/22	100
Ex. comp. B2	52	45	93/7	59
Ex. comp. B3	68	41	96/4	52

Comme le montrent clairement les données obtenues dans l'exemple comparatif B1, quand la concentration de Fe est inférieure à 0,1 ppm ou nulle, la composante lente n'est pas réduite et le temps d'atténuation de fluorescence n'est pas raccourci. D'autre part, dans les
 5 exemples B1 à B3 dans lesquels la concentration de Fe est supérieure à 0,1 ppm, le rapport d'existence de la composante lente est réduit de sorte que le temps d'atténuation de fluorescence est très raccourci. Cependant, comme le montrent les exemples comparatifs B2 et B3, quand la concentration de Fe est supérieure à 50 ppm, le temps d'atténuation de
 10 fluorescence est très réduit mais l'émission de fluorescence est réduite rapidement de sorte que les propriétés du scintillateur correspondant sont détériorées.

Ces résultats montrent qu'il est possible de raccourcir le temps d'atténuation de fluorescence tout en conservant les propriétés du
 15 scintillateur grâce à la présence de Fe à titre d'impureté en une quantité supérieure à 0,1 ppm et d'au plus 50 ppm, de sorte qu'il est possible de réaliser un diagnostic à grande vitesse au moyen d'un dispositif de TEP utilisant le scintillateur correspondant.

20 Exemples C

Dans les exemples C et les exemples comparatifs C suivants, on a préparé des monocristaux selon le procédé de Czochralski en utilisant, comme matières premières, de l'oxyde de gadolinium (Gd_2O_3 , 99,99 % en masse), du dioxyde de silicium (SiO_2 , 99,99 % en masse), de l'oxyde de
 25 cérium (CeO_2 , 99,99 % en masse) et de l'oxyde d'aluminium (Al_2O_3 , 99,99 % en masse). On a prélevé sur chaque monocristal ainsi obtenu un échantillon ayant pour dimensions $10 \times 10 \times 10 \text{ mm}^3$ et on a déterminé son facteur de transmission de la lumière à une longueur d'onde de 450 nm. De plus, on a observé visuellement l'aspect de chaque
 30 monocristal. Les résultats ainsi obtenus sont résumés dans le tableau 3 suivant. Dans chaque exemple, on a préparé trois monocristaux de sorte que, dans le tableau 3, chaque donnée est la moyenne de trois mesures.

Exemple C1

35 On a préparé un monocristal de silicate de gadolinium ayant une concentration de Ce de 1,45 mol % de la manière suivante. On a pesé

2 573,5 g d'oxyde de gadolinium, 426,5 g de dioxyde de silicium, 17,7 g d'oxyde de cérium et 0,0075 g d'oxyde d'aluminium puis on a mélangé ces ingrédients, on a calciné le mélange résultant à une température de 1 200°C et on a introduit le mélange calciné dans un creuset en iridium (Ir) ayant un diamètre de 100 mm. Ensuite, on a préparé un monocristal selon le procédé de Czochralski en tirant un germe cristallin depuis le bain de fusion des matières premières dans les conditions de croissance suivantes : température du bain de fusion 1 950°C, vitesse de rotation du germe cristallin 30 tours/min et vitesse de tirage 2 mm/h, et on a continué l'opération de tirage jusqu'à ce que 80 % en masse de la matière première soient cristallisés. On a ainsi obtenu un monocristal légèrement teinté en jaune pâle d'un diamètre de 50 mm. De plus, on a déterminé la concentration de Al dans le monocristal ainsi préparé par spectrométrie de masse à plasma à couplage inductif (PCI) et on a constaté qu'elle était égale à 0,5 ppm.

Exemple C2

On a préparé un monocristal de silicate de gadolinium ayant une concentration de Ce de 1,45 mol % de la manière suivante. On a pesé 2 573,5 g d'oxyde de gadolinium, 426,5 g de dioxyde de silicium, 17,7 g d'oxyde de cérium et 0,15 g d'oxyde d'aluminium puis on a mélangé ces ingrédients, on a calciné le mélange résultant à une température de 1 200°C et on a introduit le mélange calciné dans un creuset en iridium (Ir) ayant un diamètre de 100 mm. Ensuite, on a préparé un monocristal selon le procédé de Czochralski en tirant un germe cristallin depuis le bain de fusion des matières premières dans les conditions de croissance suivantes : température du bain de fusion 1 950°C, vitesse de rotation du germe cristallin 30 tours/min et vitesse de tirage 2 mm/h, et on a continué l'opération de tirage jusqu'à ce que 80 % en masse de la matière première soient cristallisés. On a ainsi obtenu un monocristal transparent incolore d'un diamètre de 50 mm. De plus, on a déterminé la concentration de Al dans le monocristal ainsi préparé par spectrométrie de masse à plasma à couplage inductif (PCI) et on a constaté qu'elle était égale à 14 ppm.

Exemple C3

On a préparé un monocristal de silicate de gadolinium ayant une concentration de Ce de 1,45 mol % de la manière suivante. On a pesé 2 573,5 g d'oxyde de gadolinium, 426,5 g de dioxyde de silicium, 17,7 g d'oxyde de cérium et 0,5625 g d'oxyde d'aluminium puis on a mélangé ces ingrédients, on a calciné le mélange résultant à une température de 1 200°C et on a introduit le mélange calciné dans un creuset en iridium (Ir) ayant un diamètre de 100 mm. Ensuite, on a préparé un monocristal selon le procédé de Czochralski en tirant un germe cristallin depuis le bain de fusion des matières premières dans les conditions de croissance suivantes : température du bain de fusion 1 950°C, vitesse de rotation du germe cristallin 30 tours/min et vitesse de tirage 2 mm/h, et on a continué l'opération de tirage jusqu'à ce que 80 % en masse de la matière première soient cristallisés. On a ainsi obtenu un monocristal transparent incolore d'un diamètre de 50 mm. De plus, on a déterminé la concentration de Al dans le monocristal ainsi préparé par spectrométrie de masse à plasma à couplage inductif (PCI) et on a constaté qu'elle était égale à 47 ppm.

Exemple C4

On a préparé un monocristal de silicate de gadolinium ayant une concentration de Ce de 1,93 mol % de la manière suivante. On a pesé 2 573,5 g d'oxyde de gadolinium, 426,5 g de dioxyde de silicium, 23,6 g d'oxyde de cérium et 0,0075 g d'oxyde d'aluminium puis on a mélangé ces ingrédients, on a calciné le mélange résultant à une température de 1 200°C et on a introduit le mélange calciné dans un creuset en iridium (Ir) ayant un diamètre de 100 mm. Ensuite, on a préparé un monocristal selon le procédé de Czochralski en tirant un germe cristallin depuis le bain de fusion des matières premières dans les conditions de croissance suivantes : température du bain de fusion 1 950°C, vitesse de rotation du germe cristallin 30 tours/min et vitesse de tirage 2 mm/h, et on a continué l'opération de tirage jusqu'à ce que 80 % en masse de la matière première soient cristallisés. On a ainsi obtenu un monocristal légèrement teinté en jaune pâle d'un diamètre de 50 mm. De plus, on a déterminé la concentration de Al dans le monocristal ainsi préparé par spectrométrie de masse à plasma à couplage inductif (PCI) et on a constaté qu'elle était égale à 0,6 ppm.

Exemple C5

On a préparé un monocristal de silicate de gadolinium ayant une concentration de Ce de 1,93 mol % de la manière suivante. On a pesé 2 573,5 g d'oxyde de gadolinium, 426,5 g de dioxyde de silicium, 23,6 g d'oxyde de cérium et 0,15 g d'oxyde d'aluminium puis on a mélangé ces ingrédients, on a calciné le mélange résultant à une température de 1 200°C et on a introduit le mélange calciné dans un creuset en iridium (Ir) ayant un diamètre de 100 mm. Ensuite, on a préparé un monocristal selon le procédé de Czochralski en tirant un germe cristallin depuis le bain de fusion des matières premières dans les conditions de croissance suivantes : température du bain de fusion 1 950°C, vitesse de rotation du germe cristallin 30 tours/min et vitesse de tirage 2 mm/h, et on a continué l'opération de tirage jusqu'à ce que 80 % en masse de la matière première soient cristallisés. On a ainsi obtenu un monocristal transparent incolore d'un diamètre de 50 mm. De plus, on a déterminé la concentration de Al dans le monocristal ainsi préparé par spectrométrie de masse à plasma à couplage inductif (PCI) et on a constaté qu'elle était égale à 12 ppm.

Exemple C6

On a préparé un monocristal de silicate de gadolinium ayant une concentration de Ce de 1,93 mol % de la manière suivante. On a pesé 2 573,5 g d'oxyde de gadolinium, 426,5 g de dioxyde de silicium, 23,6 g d'oxyde de cérium et 0,5625 g d'oxyde d'aluminium puis on a mélangé ces ingrédients, on a calciné le mélange résultant à une température de 1 200°C et on a introduit le mélange calciné dans un creuset en iridium (Ir) ayant un diamètre de 100 mm. Ensuite, on a préparé un monocristal selon le procédé de Czochralski en tirant un germe cristallin depuis le bain de fusion des matières premières dans les conditions de croissance suivantes : température du bain de fusion 1 950°C, vitesse de rotation du germe cristallin 30 tours/min et vitesse de tirage 2 mm/h, et on a continué l'opération de tirage jusqu'à ce que 80 % en masse de la matière première soient cristallisés. On a ainsi obtenu un monocristal transparent incolore d'un diamètre de 50 mm. De plus, on a déterminé la concentration de Al dans le monocristal ainsi préparé par spectrométrie de masse à plasma à couplage inductif (PCI) et on a constaté qu'elle était égale à 45 ppm.

Exemples comparatifs C

Les exemples comparatifs C décrits ci-dessous concernent un monocristal de silicate de gadolinium dopé au cérium (Ce : Gd₂SiO₅) de même que les exemples précédents. On a préparé des monocristaux selon le procédé de Czochralski en utilisant, comme matières premières, de l'oxyde de gadolinium (Gd₂O₃, 99,99 % en masse), du dioxyde de silicium (SiO₂, 99,99 % en masse) et de l'oxyde de cérium (CeO₂, 99,99 % en masse) qui étaient absolument identiques à celles utilisées dans les exemples précédents (les numéros des lots de purification étaient identiques également). On a prélevé sur chaque monocristal ainsi préparé un échantillon ayant pour dimensions 10 x 10 x 10 mm³ et on a déterminé son facteur de transmission de la lumière à une longueur d'onde de 450 nm. De plus, on a observé visuellement l'aspect de chaque monocristal. Les résultats ainsi obtenus sont résumés dans le tableau 3 suivant. Dans chaque exemple comparatif, on a préparé trois monocristaux de sorte que, dans le tableau 3, chaque donnée est la moyenne de trois mesures.

Exemple comparatif C1

On a préparé un monocristal de silicate de gadolinium ayant une concentration de Ce de 1,45 mol % de la manière suivante. On a pesé 2 573,5 g d'oxyde de gadolinium, 426,5 g de dioxyde de silicium et 17,7 g d'oxyde de cérium puis on a mélangé ces ingrédients, on a calciné le mélange résultant à une température de 1 200°C et on a introduit le mélange calciné dans un creuset en iridium (Ir). Ensuite, on a préparé un monocristal en répétant le processus utilisé dans l'exemple C1. On a ainsi obtenu un monocristal fortement coloré en jaune pâle. En outre, on a déterminé la concentration de Al dans le monocristal ainsi préparé par spectrométrie de masse à plasma à couplage inductif (PCI) et on a constaté qu'elle était égale à 0 ppm.

Exemple comparatif C2

On a préparé un monocristal de silicate de gadolinium ayant une concentration de Ce de 1,45 mol % de la manière suivante. On a pesé 2 573,5 g d'oxyde de gadolinium, 426,5 g de dioxyde de silicium, 17,7 g d'oxyde de cérium et 0,0025 g d'oxyde d'aluminium puis on a mélangé ces

ingrédients, on a calciné le mélange résultant à une température de 1 200°C et on a introduit le mélange calciné dans un creuset en iridium (Ir). Ensuite, on a préparé un monocristal en répétant le processus utilisé dans l'exemple C1. On a ainsi obtenu un monocristal fortement coloré en
5 jaune pâle. De plus, on a déterminé la concentration de Al dans le monocristal ainsi préparé par spectrométrie de masse à plasma à couplage inductif (PCI) et on a constaté qu'elle était égale à 0,2 ppm.

Exemple comparatif C3

10 On a préparé un monocristal de silicate de gadolinium ayant une concentration de Ce de 1,45 mol % de la manière suivante. On a pesé 2 573,5 g d'oxyde de gadolinium, 426,5 g de dioxyde de silicium, 17,7 g d'oxyde de cérium et 0,65 g d'oxyde d'aluminium puis on a mélangé ces
15 ingrédients, on a calciné le mélange résultant à une température de 1 200°C et on a introduit le mélange calciné dans un creuset en iridium (Ir). Ensuite, on a préparé un monocristal en répétant le processus utilisé dans l'exemple C1. On a ainsi constaté que le monocristal résultant contenait un grand nombre de vides. De plus, on a déterminé la
20 concentration de Al dans le monocristal ainsi préparé par spectrométrie de masse à plasma à couplage inductif (PCI) et on a constaté qu'elle était égale à 52 ppm.

Exemple comparatif C4

25 On a préparé un monocristal de silicate de gadolinium ayant une concentration de Ce de 1,45 mol % de la manière suivante. On a pesé 2 573,5 g d'oxyde de gadolinium, 426,5 g de dioxyde de silicium, 17,7 g d'oxyde de cérium et 0,875 g d'oxyde d'aluminium puis on a mélangé ces
30 ingrédients, on a calciné le mélange résultant à une température de 1 200°C et on a introduit le mélange calciné dans un creuset en iridium (Ir). Ensuite, on a préparé un monocristal en répétant le processus utilisé dans l'exemple C1. On a ainsi constaté que le monocristal résultant contenait un grand nombre de vides. De plus, on a déterminé la
35 concentration de Al dans le monocristal ainsi préparé par spectrométrie de masse à plasma à couplage inductif (PCI) et on a constaté qu'elle était égale à 70 ppm.

Exemple comparatif C5

On a préparé un monocristal de silicate de gadolinium ayant une concentration de Ce de 1,93 mol % de la manière suivante. On a pesé 2 573,5 g d'oxyde de gadolinium, 426,5 g de dioxyde de silicium et 23,6 g d'oxyde de cérium puis on a mélangé ces ingrédients, on a calciné le mélange résultant à une température de 1 200°C et on a introduit le mélange calciné dans un creuset en iridium (Ir). Ensuite, on a préparé un monocristal en répétant le processus utilisé dans l'exemple C4. On a ainsi obtenu un monocristal fortement coloré en jaune pâle. De plus, on a déterminé la concentration de Al dans le monocristal ainsi préparé par spectrométrie de masse à plasma à couplage inductif (PCI) et on a constaté qu'elle était égale à 0 ppm.

Exemple comparatif C6

On a préparé un monocristal de silicate de gadolinium ayant une concentration de Ce de 1,93 mol % de la manière suivante. On a pesé 2 573,5 g d'oxyde de gadolinium, 426,5 g de dioxyde de silicium, 23,6 g d'oxyde de cérium et 0,0025 g d'oxyde d'aluminium puis on a mélangé ces ingrédients, on a calciné le mélange résultant à une température de 1 200°C et on a introduit le mélange calciné dans un creuset en iridium (Ir). Ensuite, on a préparé un monocristal en répétant le processus utilisé dans l'exemple C4. On a ainsi obtenu un monocristal fortement coloré en jaune pâle. De plus, on a déterminé la concentration de Al dans le monocristal ainsi préparé par spectrométrie de masse à plasma à couplage inductif (PCI) et on a constaté qu'elle était égale à 0,3 ppm.

Exemple comparatif C7

On a préparé un monocristal de silicate de gadolinium ayant une concentration de Ce de 1,93 mol % de la manière suivante. On a pesé 2 573,5 g d'oxyde de gadolinium, 426,5 g de dioxyde de silicium, 23,6 g d'oxyde de cérium et 0,65 g d'oxyde d'aluminium puis on a mélangé ces ingrédients, on a calciné le mélange résultant à une température de 1 200°C et on a introduit le mélange calciné dans un creuset en iridium (Ir). Ensuite, on a préparé un monocristal en répétant le processus utilisé dans l'exemple C4. On a ainsi constaté que le monocristal résultant contenait un grand nombre de vides. De plus, on a déterminé la

concentration de Al dans le monocristal ainsi préparé par spectrométrie de masse à plasma à couplage inductif (PCI) et on a constaté qu'elle était égale à 53 ppm.

5 Exemple comparatif C8

On a préparé un monocristal de silicate de gadolinium ayant une concentration de Ce de 1,93 mol % de la manière suivante. On a pesé 2 573,5 g d'oxyde de gadolinium, 426,5 g de dioxyde de silicium, 23,6 g d'oxyde de cérium et 0,875 g d'oxyde d'aluminium puis on a mélangé ces ingrédients, on a calciné le mélange résultant à une température de 1 200°C et on a introduit le mélange calciné dans un creuset en iridium (Ir). Ensuite, on a préparé un monocristal en répétant le processus utilisé dans l'exemple C4. On a ainsi constaté que le monocristal résultant contenait un grand nombre de vides. De plus, on a déterminé la concentration de Al dans le monocristal ainsi préparé par spectrométrie de masse à plasma à couplage inductif (PCI) et on a constaté qu'elle était égale à 69 ppm.

Tableau 3

Exemples	Conc. Ce (mol %)	Conc. Al (ppm)	Facteur de transmission (%) à 450 nm	Aspect
Ex. C1	1,45	0,5	78	Faiblement coloré en jaune pâle
Ex. C2		14	81	Incolore, transparent
Ex. C3		47	77	Incolore, transparent
Ex. C4	1,93	0,6	75	Faiblement coloré en jaune pâle
Ex. C5		12	78	Incolore, transparent
Ex. C6		45	75	Incolore, transparent
Ex. comp. C1	1,45	0	68	Fortement coloré en jaune pâle
Ex. comp. C2		0,2	72	Fortement coloré en jaune pâle
Ex. comp. C3		52	64	Formation de vides
Ex. comp. C4		70	50	Formation de vides
Ex. comp. C5	1,93	0	66	Fortement coloré en jaune pâle
Ex. comp. C6		0,3	70	Fortement coloré en jaune pâle
Ex. comp. C7		53	61	Formation de vides
Ex. comp. C8		69	50	Formation de vides

Comme le montrent clairement les données obtenues dans les exemples comparatifs C1 et C5, le monocristal résultant est fortement coloré en jaune pâle et son facteur de transmission de la lumière est réduit. D'autre part, dans les exemples C1 à C6 dans lesquels Al est incorporé en une quantité supérieure à 0,4 ppm et d'au plus 50 ppm dans le monocristal ayant une grande concentration de Ce, le monocristal résultant a un grand facteur de transmission de la lumière, déterminé à 450 nm, et son degré de coloration est relativement bas. Au contraire, dans les exemples comparatifs dans lesquels la teneur en Al n'est pas supérieure à 0,4 ppm ou dépasse 50 ppm, le facteur de transmission de la lumière des monocristaux résultants est faible et ces monocristaux sont fortement colorés quand leur teneur en Al est trop basse, tandis que si la teneur en Al est trop élevée, il se forme des vides dans les monocristaux résultants de sorte que leur facteur de transmission de la lumière est considérablement réduit.

Ainsi, les données énumérées dans le tableau 3 précédent indiquent clairement que le monocristal selon la présente invention peut présenter les effets recherchés selon la présente invention et que le monocristal n'est pas coloré de manière sensible et qu'il a un grand facteur de transmission de la lumière tout en garantissant un temps d'atténuation de fluorescence court observé quand le monocristal est utilisé comme scintillateur.

Ainsi, la présente invention permet d'obtenir un monocristal d'un silicate d'un élément des terres rares dans lequel la composante d'atténuation lente est réduite et le temps d'atténuation de fluorescence est raccourci.

La présente invention permet également d'obtenir un monocristal d'un silicate d'un élément des terres rares qui est peu coloré même dans un domaine de concentration de Ce supérieur à celui utilisé dans la technique conventionnelle ou à une concentration de Ce qui peut entraîner la coloration du monocristal résultant en jaune pâle, qui permet la réduction du temps d'atténuation de fluorescence et qui peut contribuer à une amélioration de la vitesse de fonctionnement d'un scintillateur pour TEP correspondant.

REVENDEICATIONS

- 5 1. Monocristal d'un silicate d'un élément des terres rares, caractérisé en ce qu'il contient de l'aluminium en une quantité supérieure à 0,4 ppm et d'au plus 50 ppm et/ou du fer en une quantité supérieure à 0,1 ppm et d'au plus 50 ppm.
- 10 2. Monocristal selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'il contient du cérium en une quantité d'au moins 0,6 mol % et d'au plus 5 mol % et en ce qu'il a un facteur de transmission de la lumière, déterminé à une longueur d'onde de 450 nm, d'au moins 75 %.
3. Monocristal selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'il contient de l'aluminium en une quantité supérieure à 0,4 ppm et d'au plus 50 ppm.
- 15 4. Monocristal selon l'une quelconque des revendications 1 et 2, caractérisé en ce qu'il contient du fer en une quantité supérieure à 0,1 ppm et d'au plus 50 ppm.
5. Monocristal selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que l'élément des terres rares est le gadolinium.
- 20 6. Monocristal selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'il s'agit de silicate de gadolinium dopé au cérium.
7. Scintillateur caractérisé en ce qu'il comprend un monocristal selon l'une quelconque des revendications précédentes.