

(19)



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11)

EP 0 603 043 B1

(12)

FASCICULE DE BREVET EUROPEEN

(45) Date de publication et mention
de la délivrance du brevet:
06.05.1998 Bulletin 1998/19

(51) Int Cl.⁶: **G21K 1/02**

(21) Numéro de dépôt: **93402997.6**

(22) Date de dépôt: **13.12.1993**

(54) Dispositif de collimation d'un faisceau de rayonnement

Strahlungsbündel-Kollimatorvorrichtung

Radiation beam collimation device

(84) Etats contractants désignés:
DE FR GB

(30) Priorité: **14.12.1992 FR 9215028**

(43) Date de publication de la demande:
22.06.1994 Bulletin 1994/25

(73) Titulaire: **INSTITUT MAX VON LAUE - PAUL
LANGEVIN
F-38042 Grenoble cedex (FR)**

(72) Inventeurs:
• **Kocsis, Menhard
F-38240 Meylan (FR)**
• **Farago, Bela
F-38220 Notre Dame De Mesage (FR)**

(74) Mandataire: **Dubois-Chabert, Guy et al
c/o BREVATOME
25, rue de Ponthieu
75008 Paris (FR)**

(56) Documents cités:
DE-A- 2 547 981 US-H- 897

- **SPACE SCIENCE REVIEWS** no. 8, 1968,
DORDRECHT, HOLLAND: pages 471 506;
BRADT ET AL.: 'The modulation collimator in
X-ray astronomy'
- **PHYSICS IN MEDECINE AND BIOLOGY** vol. 24,
no. 2, 1979, **LONDON, GB; pages 438-439;**
CLARKE ET AL.: 'Wire-wound multi-aperture
collimator'

EP 0 603 043 B1

Il est rappelé que: Dans un délai de neuf mois à compter de la date de publication de la mention de la délivrance du brevet européen, toute personne peut faire opposition au brevet européen délivré, auprès de l'Office européen des brevets. L'opposition doit être formée par écrit et motivée. Elle n'est réputée formée qu'après paiement de la taxe d'opposition. (Art. 99(1) Convention sur le brevet européen).

Description

La présente invention concerne un dispositif de collimation de faisceaux d'un rayonnement.

Elle s'applique notamment à la collimation de faisceaux de neutrons et de faisceaux de rayons X.

Il arrive souvent qu'on souhaite limiter la distribution angulaire d'un faisceau de rayonnement sans en perdre inutilement la luminosité.

Pour ce faire, il est connu d'utiliser un collimateur de Soller.

Un exemple d'un tel collimateur est schématiquement représenté sur la figure 1.

Il comprend une pluralité de fines lamelles parallèles 2 qui sont aptes à absorber le rayonnement incident 4 que l'on veut collimater ou qui sont couvertes d'un matériau apte à absorber ce rayonnement.

Le rapport Do/Lo de la distance entre les lamelles 2 à la longueur Lo de ces lamelles est égal à la tangente de la moitié de la divergence maximale 2ϕ souhaitée pour le faisceau de rayonnement 6 sortant du collimateur.

Pour éviter les pertes inutiles, on utilise les lamelles les plus fines possible.

Un collimateur de Soller présente des inconvénients.

En effet, si le rayonnement à collimater arrive au dessous d'un certain angle d'incidence critique sur les lamelles, il est réfléchi (effet de réflexion totale), malgré la présence du matériau absorbant.

En conséquence, il n'est pas possible de collimater le faisceau de rayonnement incident au-dessous de cet angle critique.

De plus, une telle réflexion totale risque de contaminer (ce qui n'est pas souhaité) le faisceau de rayonnement diffusé par un échantillon (non représenté sur la figure 1) qui est éclairé par le faisceau collimaté.

La présente invention a pour but de remédier aux inconvénients précédents.

On connaît par Space Science Reviews, n°8, 1986, pages 471 à 506, Bradt et al., un dispositif de modulation de la transmission d'un rayonnement en fonction de l'angle d'incidence de ce rayonnement.

Pour remédier aux inconvénients mentionnés plus haut, le dispositif de collimation de faisceaux d'un rayonnement objet de la présente invention est conforme aux revendications 1 - 4.

L'utilisation de fils permet de réduire de manière importante la surface qui contribue à la réflexion totale du rayonnement.

Selon le premier mode de réalisation du dispositif objet de l'invention, les fils utilisés sont ronds.

Dans ce cas, la surface qui contribue à la réflexion totale est quasiment nulle.

Dans chaque nappe, chaque fil de rang n, pour tout nombre entier n supérieur ou égal à 3, est tangent au plan qui passe entre le fil de rang n-1 de cette nappe et le fil de rang 1 d'une nappe adjacente et qui est tangent

à ce fil de rang 1 et à ce fil de rang n-1, les fils de rang 1 correspondant à l'entrée du dispositif.

Ceci permet d'avoir des fils placés à des distances maximales les uns des autres et donc d'utiliser un nombre minimum, de fils, ce qui permet de réduire encore la surface contribuant à la réflexion totale.

Selon un mode de réalisation particulier du dispositif objet de l'invention, ledit matériau est capable d'absorber les neutrons, le dispositif étant ainsi capable de collimater des faisceaux neutrons.

Dans ce cas, on peut utiliser, en tant que matériau absorbant, le cadmium ou le gadolinium mais on utilise de préférence le bore.

Avec des fils de bore et un rayonnement neutronique, la dose d'irradiation due à l'absorption des neutrons est réduite d'un facteur 10 par rapport à un absorbant constitué de cadmium ou de gadolinium.

La présente invention sera mieux comprise à la lecture de la description d'exemples de réalisation donnés ci-après à titre purement indicatif et nullement limitatif, en faisant référence aux références aux dessins annexés sur lesquels :

- la figure 1 est une vue en coupe schématique d'un dispositif de collimation connu et a déjà été décrite,
- la figure 2 est une vue en coupe schématique d'un mode de réalisation particulier du dispositif de collimation objet de la présente invention,
- la figure 3 est une vue en perspective schématique d'un dispositif de collimation conforme à l'invention, et
- la figure 4 illustre schématiquement une construction géométrique permettant de minimiser le nombre de fils d'un dispositif de collimation conforme à l'invention.

Sur la figure 2, on a représenté schématiquement, en coupe, un dispositif de collimation conforme à l'invention, permettant de collimater un faisceau de rayonnement incident 4 et d'obtenir, à la sortie de ce dispositif de collimation, un faisceau collimaté 6, la divergence maximale de ce faisceau sortant 6 étant égale à 2ϕ .

Le dispositif de collimation, ou collimateur, représenté sur la figure 2 comprend une pluralité de nappes parallèles 8 de fils 10 qui sont faits ou recouverts d'un matériau capable d'absorber le rayonnement.

Dans l'exemple représenté sur la figure 2, les nappes 8 sont équidistantes les unes des autres et, dans chaque nappe 8, les fils 10 sont des fils ronds, parallèles les uns aux autres et les fils de même rang, c'est-à-dire de même numéro d'ordre, dans les nappes, sont dans des plans P parallèles les uns aux autres et perpendiculaires aux plans des nappes 8.

On voit sur la figure 3 un collimateur conforme à l'invention en perspective.

Comme on le voit sur cette figure 3, les fils 10 sont tendus individuellement entre deux plaques parallèles 12 qui sont rendues rigidement solidaires l'une de l'autre

par exemple grâce à des entretoises 14 (placées en dehors du faisceau à collimater 4).

Pour collimater un faisceau de neutrons, on utilise de préférence des fils de bore que l'on peut tendre entre les plaques 12.

En variante, on peut utiliser des fils de tungstène recouverts de bore.

Dans le cas où l'on veut collimater un faisceau de rayons X, on utilise des fils faits ou recouverts d'un matériau capable d'absorber ces rayons X, de préférence des fils de tungstène.

La figure 4 illustre schématiquement la manière de placer les fils les uns par rapport aux autres dans un collimateur conforme à l'invention afin d'utiliser un nombre minimum de fils.

Le collimateur représenté schématiquement et partiellement, en coupe, sur la figure 4 comprend une pluralité de nappes parallèles de fils ronds, telles que les nappes adjacentes A et B.

Ayant choisi la divergence maximale 2ϕ que l'on veut obtenir avec ce collimateur de la figure 4, on choisit la distance D12 entre les deux premiers fils A1 et A2 de la nappe A (qui est égale à la distance entre les deux premiers fils B1 et B2 de la nappe B).

On détermine ensuite la position du troisième fil A3 de la nappe A et la position du troisième fil B3 de la nappe B de la façon indiquée ci-après.

Le fil A3 est tangent au plan B1 A2 qui passe entre les fils B1 et A2 et qui est tangent à ces fils B1 et A2.

De même, le fil B3 est tangent au plan A1 B2 qui passe entre les fils A1 et B2 et qui est tangent à ces fils A1 et B2.

On détermine ensuite la position des fils A4 et B4 de la façon suivante.

La fil A4 est tangent au plan B1 A3 qui passe entre les fils B1 et A3 et qui est tangent à ces fils B1 et A3.

De même, le fil B4 est tangent au plan A1 B3 qui passe entre les fils A1 et B3 et qui est tangent à ces fils A1 et B3.

On construit ainsi de proche en proche le collimateur de la figure 4.

La construction de ce collimateur est achevée avec les fils de rang n, tels que les fils An et Bn, permettant d'obtenir l'angle de divergence maximale 2ϕ initialement fixé.

La distance L_i entre les fils A_i et A_{i+1} (égale à la distance entre les fils B_i et B_{i+1}) est fonction du diamètre d des fils et de la divergence angulaire locale $2x\phi_i$ du faisceau de rayonnement au niveau des fils de rang i (sur la figure 4 on a représenté les paramètres L_4 et $2x\phi_4$ qui sont relatifs aux fils de rang $i=4$).

La distance L_i (distance maximale entre les fils A_i et A_{i+1}) est telle que :

$$L_i = d/\tan\phi_i.$$

Comme ϕ_i diminue lorsque i augmente, c'est-à-dire

au fur et à mesure que le rayonnement se propage dans le collimateur (en d'autres termes, au fur et à mesure qu'on s'éloigne de l'entrée E de ce collimateur), l'espacement L_i des fils est une fonction croissante de i.

La construction expliquée ci-dessus permet ainsi de réaliser un collimateur conforme à l'invention avec un nombre minimum de fils.

A titre purement indicatif et nullement limitatif, pour réaliser un collimateur conforme à l'invention permettant de collimater un faisceau de neutrons et d'obtenir à la sortie de ce collimateur un faisceau de divergence angulaire maximale égale à $0,5^\circ$, on utilise les paramètres suivants :

15 fils de bore de diamètre 0,1 mm
longueur du collimateur : 250 mm
distance entre deux nappes adjacentes : 2,2 mm

La présente invention permet de réduire grandement et, dans certains modes de réalisation préférés, d'éliminer complètement, la réflexion totale du rayonnement.

De plus, le fait de tendre les fils individuellement permet de bien définir la nappe constituée par ces fils, contrairement aux lamelles tendues qui sont utilisées dans les collimateurs de Soller connus, lamelles qui ont, du point de vue mécanique, une position mal déterminée, en particulier à l'entrée et à la sortie de ce collimateur de Soller (on n'est jamais sûr qu'une lamelle ne soit pas déformée).

De plus, les fils sont moins sensibles que ces lamelles aux variations thermiques et à la dégradation par le rayonnement.

Revendications

1. Dispositif de collimation de faisceaux divergents d'un rayonnement, ce dispositif comprenant une pluralité de nappes parallèles (8; A, B) de fils (10; A1 ... An, B1 ... Bn) qui sont ronds et sont faits ou recouverts d'un matériau capable d'absorber le rayonnement caractérisé en ce que dans chaque nappe (8; A, B), chaque fil de rang n, pour tout nombre entier n supérieur ou égal à 3, est tangent au plan qui passe entre le fil de rang n-1 de cette nappe et le fil de rang 1 d'une nappe adjacente et qui est tangent à ce fil de rang 1 et à ce fil de rang n-1, les fils de rang 1 correspondant à l'entrée du dispositif de manière à collimater un faisceau de rayonnement se propageant suivant une direction sensiblement parallèle aux nappes.
2. Dispositif selon la revendication 1, caractérisé en ce que ledit matériau est capable d'absorber les neutrons, le dispositif étant ainsi capable de collimater des faisceaux de neutrons.

3. Dispositif selon la revendication 2, caractérisé en ce que ledit matériau est le bore.
4. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que les fils sont tendus individuellement entre deux plaques parallèles (12) qui sont rendues rigidement solidaires l'une de l'autre.

Patentansprüche

1. Kollimationsvorrichtung für divergierende Ausrichtungen einer Strahlung, wobei diese Vorrichtung eine Mehrzahl paralleler Flächen (8; A, B) aus Drähten (10; A1 ... An, B1 ... Bn) umfaßt, die rund sind und aus einem Material bestehen oder mit einem Material beschichtet sind, das in der Lage ist, die Strahlung zu absorbieren, dadurch charakterisiert, daß innerhalb jeder Fläche (8; A, B) jeder Draht der Ordnung n für jede Ganzzahl n, die gleich oder größer als 3 ist, die Ebene tangiert, die zwischen dem Draht der Ordnung n-1 dieser Fläche und dem Draht der Ordnung 1 einer danebenliegenden Fläche verläuft und die diesen Draht der Ordnung 1 und diesen Draht der Ordnung n-1 tangiert, wobei die Drähte der Ordnung 1 den Eingang der Vorrichtung darstellen, so daß eine Strahlungsausrichtung, die im wesentlichen parallel zu den genannten Flächen ist, kollimiert wird.
2. Vorrichtung gemäß Anspruch 1, dadurch charakterisiert, daß das genannte Material in der Lage ist, Neutronen zu absorbieren, so daß die Vorrichtung Neutronengruppen kollimieren kann.
3. Vorrichtung gemäß Anspruch 1, dadurch charakterisiert, daß das genannte Material Bor ist.
4. Vorrichtung gemäß jedem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch charakterisiert, daß die Drähte einzeln zwischen zwei parallel zueinander ausgerichteten und einzeln befestigten Platten (12) angebracht sind.

Claims

1. Device for collimating divergent beams of radiation, said device comprising a plurality of parallel plies (8); A, B of wires (10); A1... An, B1... Bn, which are round and made or covered with a material able to absorb radiation, so as to collimate a beam of radiation propagating in a direction substantially parallel to the plies, characterized in that in each ply (8; A, B), each wire of row (N), for any integer (n) exceeding or equal to 3, is tangential to the plane passing between the wire of row N-1 of said ply and the wire of row (1) of an adjacent ply and which is

tangential to said wire of row 1 and to said wire of row N-1, the wires of row 1 corresponding to the input of the device.

2. Device according to claim 1, characterized in that the material is able to absorb neutrons, so that the device is able to collimate beams of neutrons.
3. Device according to claim 2, characterized in that said material is boron.
4. Device according to any one of the claims 1 to 3, characterized in that the wires are individually tensioned between two parallel plates (12), which are rendered rigidly integral with one another.

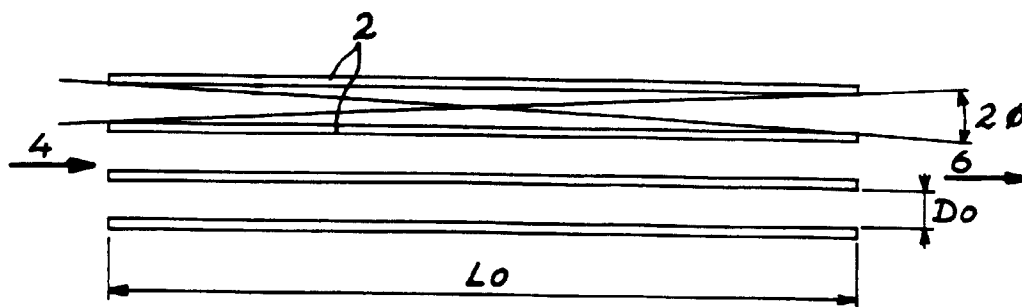


FIG. 1

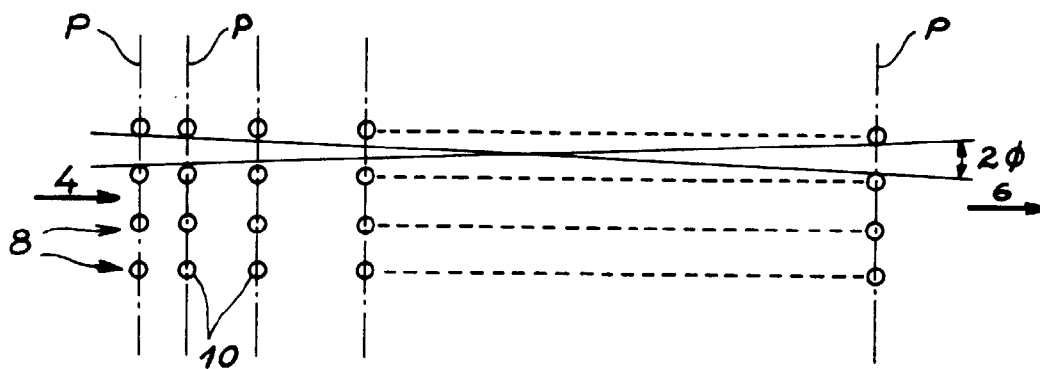


FIG. 2

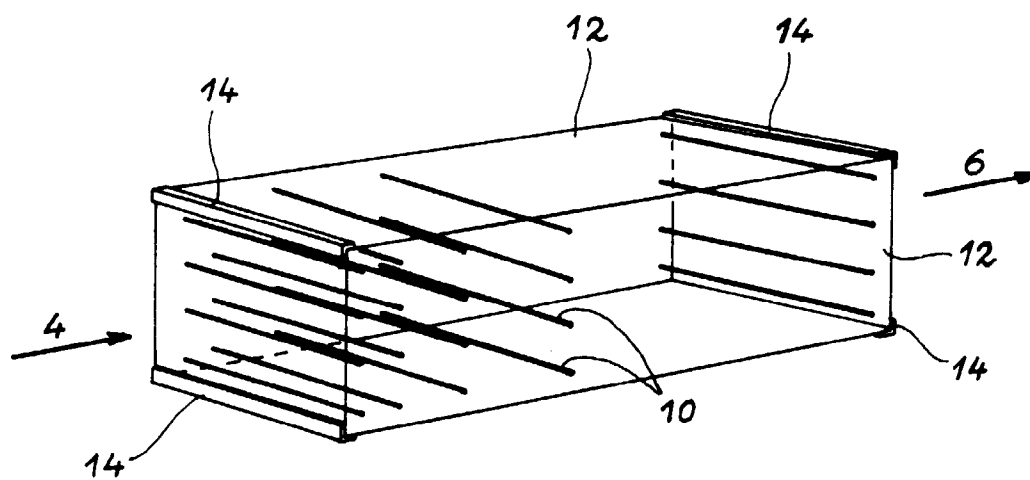


FIG. 3

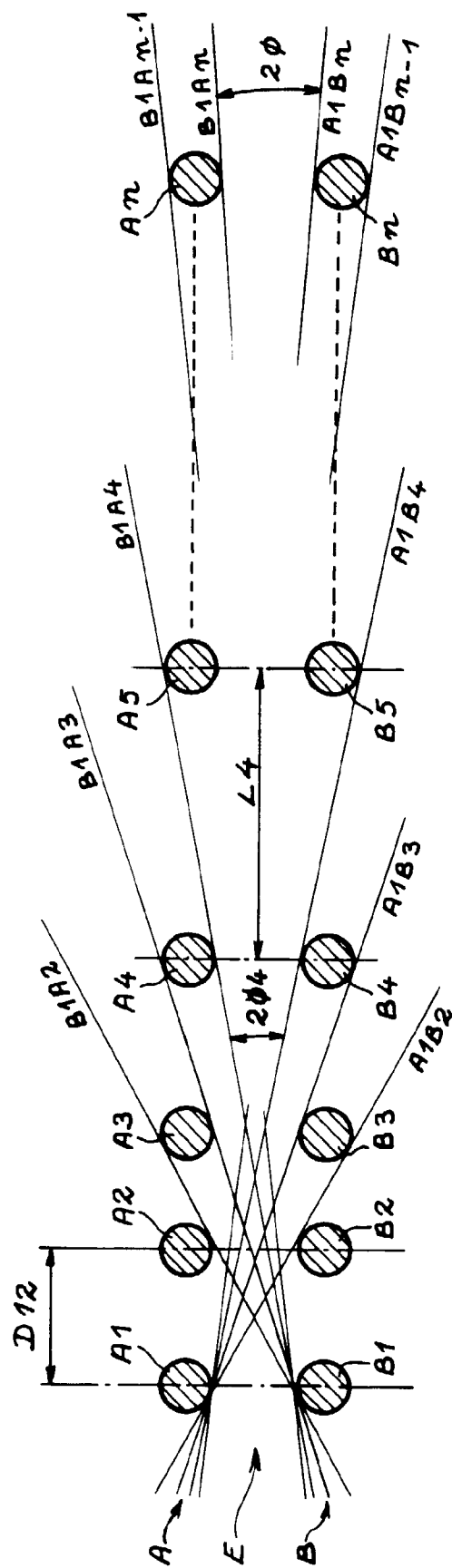


FIG. 4