

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4352149号
(P4352149)

(45) 発行日 平成21年10月28日(2009.10.28)

(24) 登録日 平成21年8月7日(2009.8.7)

(51) Int.Cl.		F I			
C O 9 K	11/00	(2006.01)	C O 9 K	11/00	E
C O 9 K	11/70	(2006.01)	C O 9 K	11/00	D
G O 1 T	1/20	(2006.01)	C O 9 K	11/70	C Q D
G O 1 T	3/06	(2006.01)	G O 1 T	1/20	B
			G O 1 T	3/06	

請求項の数 2 (全 7 頁)

(21) 出願番号 特願2004-5483 (P2004-5483)
 (22) 出願日 平成16年1月13日(2004.1.13)
 (65) 公開番号 特開2005-200462 (P2005-200462A)
 (43) 公開日 平成17年7月28日(2005.7.28)
 審査請求日 平成19年1月15日(2007.1.15)

(73) 特許権者 505374783
 独立行政法人 日本原子力研究開発機構
 茨城県那珂郡東海村村松4番地49
 (74) 代理人 100089705
 弁理士 社本 一夫
 (74) 代理人 100140109
 弁理士 小野 新次郎
 (74) 代理人 100075270
 弁理士 小林 泰
 (74) 代理人 100080137
 弁理士 千葉 昭男
 (74) 代理人 100096013
 弁理士 富田 博行
 (74) 代理人 100092015
 弁理士 桜井 周矩

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 中性子用ガラスシンチレータ

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

リチウム6 (⁶Li) を90%以上濃縮したリチウムと、ホウ素11 (¹¹B) を95%以上濃縮したホウ素(B)と、リン(P)から構成され、ホウ素(B)の構成比がモル%で10%以上30%以下であり、リン(P)の構成比がモル比で35%以上及び55%以下であるガラスにセリウム(Ce)をモル%比で0.5%から4%まで加えて作製した中性子用ガラスシンチレータ。

【請求項2】

リチウム(Li)と、ホウ素10 (¹⁰B) を90%以上濃縮したホウ素(B)と、リン(P)から構成され、ホウ素(B)の構成比がモル%で10%以上30%以下であり、リン(P)の構成比がモル%で35%以上及び55%以下であるガラスにセリウム(Ce)をモル%比で0.5%から4%まで加えて作製した中性子用ガラスシンチレータ。

10

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、中性子の検出に用いる濃縮したリチウム6 (${}^6\text{Li}$) と濃縮したホウ素10 (${}^{10}\text{B}$) とガラス素材の中に有する中性子用ガラスシンチレータに関するものである。 20

本発明においては、セリウム (Ce) をドープすることにより、放射線により蛍光を発するようにし、中性子コンバータである ${}^6\text{Li}$ あるいは ${}^{10}\text{B}$ により中性子との核反応により生ずる放射線粒子を検出し、ひいては中性子を検出する。更に、本発明においては、透明度を持つガラスシンチレータとすることにより厚い検出体の作製が可能となり、中性子、特にエネルギーの高い中性子の検出に威力をはっきりさせることができる。この結果、検出効率の大きい中性子検出器を実現し、かつ2次元的にもイメージを高速に取得できることを可能とする。

【背景技術】**【0002】**

従来、蛍光体を用いた中性子検出器には、ZnS:Ag蛍光体と ${}^6\text{LiF}$ を混合した中性子検出シートが開発され市販されてきた。混合する場合には接着材が用いられてきた。しかし、蛍光体との組み合わせのため厚い検出体を製作することは困難であった。 30

【0003】

また、ガラスシンチレータとしては、 ${}^6\text{Li}$ ガラスシンチレータが使われてきたが、製作工程が非常に難しいことから価格が高いのが欠点であった。

さらにLi、B及び酸素(O)からなるセリウム(Ce)ドープのLBOガラスシンチレータが最近開発されたが、蛍光量が少なく、かつ蛍光量を増大させるためには10%以上のCeをドープする必要があり、重元素のCeを多く含むことらバックグラウンドとなるガンマ線に対する感度が上がってしまうという欠点があった。 40

【発明の開示】**【発明が解決しようとする課題】****【0004】**

本発明においては、リチウム6 (${}^6\text{Li}$) 及びホウ素10 (${}^{10}\text{B}$) を中性子コンバータとして含有したガラスシンチレータで、Ceドープ量が5%以下で良く蛍光を発する中性子用シンチレータを開発する。

【課題を解決するための手段】**【0005】**

リチウム(Li)と、ホウ素(B)と、リン(P)から構成され、リン(P)を35%以上含むガラスを素材とし、これに5%以下のCeをドープ量した中性子用ガラスシンチ 50

レータを作製する。本ガラスシンチレータの製作時間は、10時間以下であり、製作工程が容易なため、製作コストは安い。

【発明の効果】

【0006】

本発明は、中性子用ガラスシンチレーターにおいて、セリウム(Ce)をドーピングすることにより、中性子コンバーターからの放射線に基づく増大された蛍光を発生させるようにして中性子の検出に威力を発揮させることができるものである。

【実施例】

【0007】

(実施例1)

実施例1として、リチウム6(${}^6\text{Li}$)を95%以上濃縮したリチウムと、ホウ素11(${}^{11}\text{B}$)を99%以上濃縮したホウ素(B)と、リン(P)から構成され、リチウム6(${}^6\text{Li}$)の構成比がモル%で45%であり、ホウ素(B)の構成比がモル%で20%であり、リン(P)の構成比がモル比で35%であるガラスにセリウム(Ce)をモル%比で1%加えた中性子用ガラスシンチレータを作製した。リチウムとしては炭酸リチウム(Li_2CO_3)、ホウ素としてはホウ酸、そしてリンとしては5酸化リン(P_2O_5)そしてセリウムとしては酸化セリウム(CeO_2)を用いた。これらの薬品をよく混ぜた後、るつぼに入れて1000℃の温度で2時間焼成しガラスシンチレータとした。雰囲気はグラファイトを用いて還元雰囲気で作製した。雰囲気ガスは炭酸ガスを用いた。

【0008】

作製したガラスシンチレータに α 線を照射して蛍光特性を測定した。測定結果を図1に示す。中心波長が345nmであり、比較的狭い波長帯の蛍光を発することが確認された。蛍光強度は、従来の ${}^6\text{Li}$ ガラスシンチレータに比較して、5%から10%の蛍光量であることが確認できた。

【0009】

製作したガラスシンチレータの表面に浜松ホトニクス製R760型光電子増倍管を装着し中性子検出器とした。測定する場所で100/cm²・sの中性子束の強度を持つAm-Li中性子線源を用いて、中性子に対する検出特性を測定した。測定された波高分布を図2に示す。電氣的ノイズから中性子によるピークが分離できることが確認された。

【0010】

(実施例2)

実施例2として、濃縮しないリチウム(Li)と、ホウ素10(${}^{10}\text{B}$)を96%以上濃縮したホウ素(B)と、リン(P)から構成され、リチウムの構成比がモル%で35%であり、ホウ素(B)の構成比がモル%で30%であり、リン(P)の構成比がモル比で35%であるガラスにセリウム(Ce)をモル%比で1%加えた中性子用ガラスシンチレータを作製した。リチウムとしては炭酸リチウム(Li_2CO_3)、ホウ素としてはホウ酸、そしてリンとしては5酸化リン(P_2O_5)そしてセリウムとしては酸化セリウム(CeO_2)を用いた。これらの薬品をよく混ぜた後、るつぼに入れて1000℃の温度で2時間焼成しガラスシンチレータとした。雰囲気はグラファイトを用いて還元雰囲気で作製した。雰囲気ガスは炭酸ガスを用いた。

【0011】

作製したガラスシンチレータに α 線を照射して蛍光特性を測定した。測定結果を図3に示す。中心波長が360nmであり、比較的狭い波長帯の蛍光を発することが確認された。また、420nmにも構造に基づくと考えられる420nmのピークがあることも確認された。蛍光強度は、従来の ${}^6\text{Li}$ ガラスシンチレータに比較して、1-2%以下の蛍光量であることが確認できた。

【0012】

製作したガラスシンチレータの表面に浜松ホトニクス製R760型光電子増倍管を装着し中性子検出器とした。測定する場所で100/cm²・sの中性子束の強度を持つAm-Li中性子線源を用いて、中性子に対する検出特性を測定した。測定された波高分布を

10

20

30

40

50

図4に示す。濃縮したホウ素10 (^{10}B) を中性子コンバータとした場合、中性子捕獲により生成する粒子のエネルギーがリチウム6 (^6Li) に比較して約30%でありかつ、ガラスシンチレータの蛍光効率もホウ素の含有量を増加させた場合少なくなることから、ピークとはならず連続スペクトルとなるが、中性子を測定可能であることが確認できた。

【図面の簡単な説明】

【0013】

【図1】濃縮したリチウム6 (^6Li) を中性子コンバータとした中性子用ガラスシンチレータの α 線に対する蛍光スペクトルを示す図である。

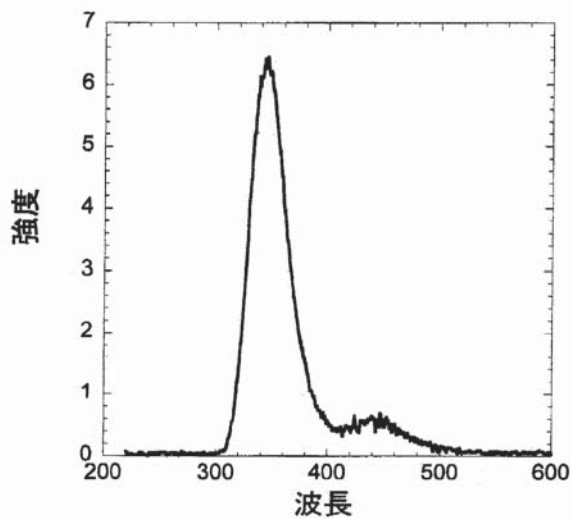
【図2】濃縮したリチウム6 (^6Li) を中性子コンバータとした中性子用ガラスシンチレータの中性子に対する波高スペクトルを示す図である。

【図3】濃縮したホウ素10 (^{10}B) を中性子コンバータとした中性子用ガラスシンチレータの α 線に対する蛍光スペクトルを示す図である。

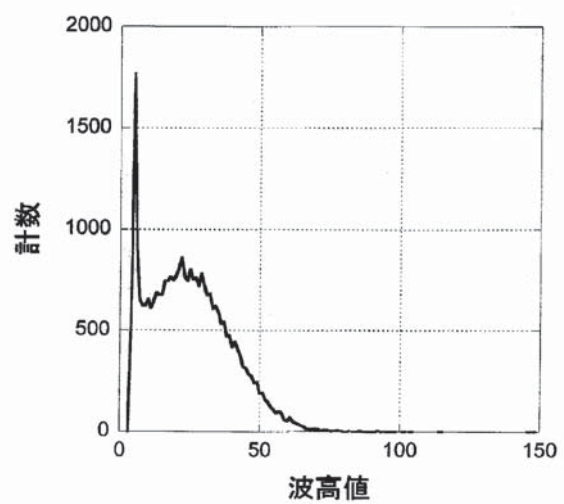
【図4】濃縮したホウ素10 (^{10}B) を中性子コンバータとした中性子用ガラスシンチレータの中性子に対する波高スペクトルを示す図である。

10

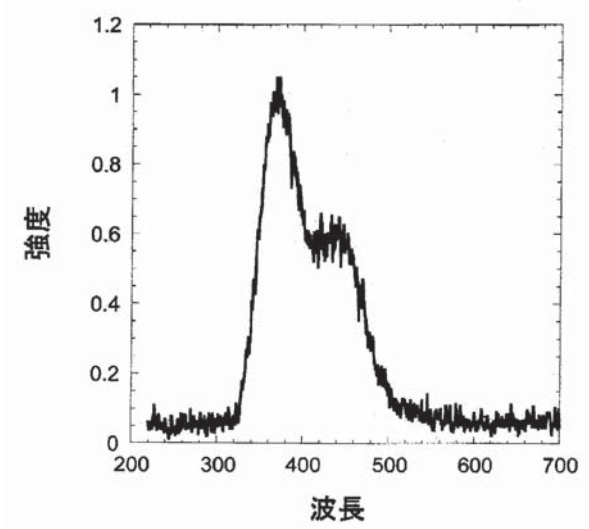
【図1】



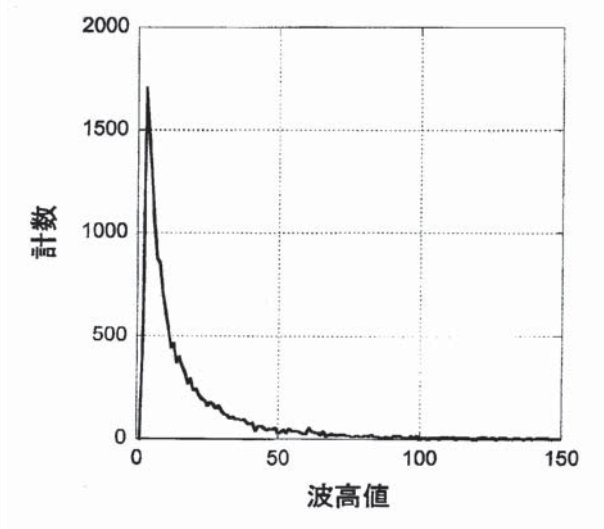
【図2】



【図 3】



【図 4】



フロントページの続き

- (74)代理人 100093713
弁理士 神田 藤博
- (74)代理人 100091063
弁理士 田中 英夫
- (74)代理人 100102727
弁理士 細川 伸哉
- (74)代理人 100117813
弁理士 深澤 憲広
- (74)代理人 100123548
弁理士 平山 晃二
- (73)特許権者 390021186
株式会社秩父富士
埼玉県秩父郡小鹿野町小鹿野7 5 5-1
- (74)代理人 100089705
弁理士 社本 一夫
- (74)代理人 100076691
弁理士 増井 忠三
- (74)代理人 100075270
弁理士 小林 泰
- (74)代理人 100080137
弁理士 千葉 昭男
- (74)代理人 100096013
弁理士 富田 博行
- (74)代理人 100092015
弁理士 桜井 周矩
- (72)発明者 片桐 政樹
茨城県那珂郡東海村白方字白根2番地の4 日本原子力研究所 東海研究所内
- (72)発明者 小島 孝広
埼玉県秩父郡小鹿野町小鹿野7 5 5-1
- (72)発明者 筒井 紀彰
埼玉県秩父郡小鹿野町小鹿野7 5 5-1
- (72)発明者 今井 幸治
埼玉県秩父郡小鹿野町小鹿野7 5 5-1

審査官 中西 祐子

- (56)参考文献 特開2003-248061 (JP, A)
特開平09-221336 (JP, A)
特開昭59-003040 (JP, A)
特開2005-075916 (JP, A)
細谷正一, Ce³⁺で賦活したLi₂O-B₂O₃ガラスの発光特性、中性子高速シンチレータの開発、人工結晶討論会講演要旨集, 2003年, Vol 48, 107-108
浅井幸里, B-Li-Ce系ガラスのシンチレータ特性, 人工結晶討論会講演要旨集, 2003年, Vol 48, 111-112

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

C09K11/00-11/89, G01T1/20, 3/06, CA/REGISTRY (STN)、JSTPlus/JMEDPlus/JST7580 (JDreamII)

