

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2005-200461

(P2005-200461A)

(43) 公開日 平成17年7月28日(2005.7.28)

(51) Int. Cl. ⁷	F I	テーマコード (参考)
C09K 11/00	C09K 11/00 E	2G088
C09K 11/02	C09K 11/02 A	4H001
C09K 11/08	C09K 11/08 B	
C09K 11/56	C09K 11/08 E	
G01T 1/20	C09K 11/56 C P C	
審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全 7 頁) 最終頁に続く		

(21) 出願番号	特願2004-5463 (P2004-5463)	(71) 出願人	000004097 日本原子力研究所 千葉県柏市未広町14番1号
(22) 出願日	平成16年1月13日 (2004.1.13)	(71) 出願人	390021186 株式会社秩父富士 埼玉県秩父郡小鹿野町小鹿野755-1
		(74) 代理人	100089705 弁理士 社本 一夫
		(74) 代理人	100076691 弁理士 増井 忠式
		(74) 代理人	100075270 弁理士 小林 泰
		(74) 代理人	100080137 弁理士 千葉 昭男
		最終頁に続く	

(54) 【発明の名称】 濃縮ボロンを用いた中性子用シンチレータ

(57) 【要約】

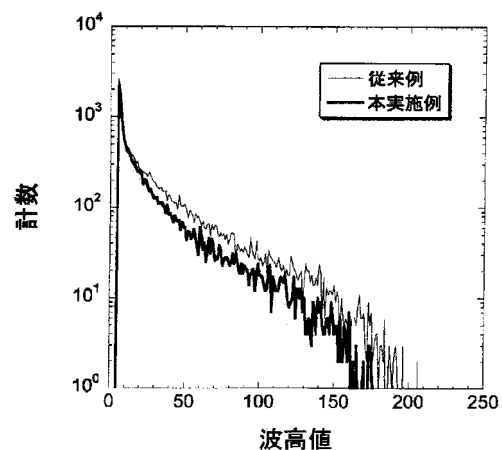
【課題】

接着剤を用いず、ホウ酸 (H₃B O₃) あるいは無水ホウ酸 (B₂O₃) が適当な温度条件で熔融することを利用して接着し、粒子のエネルギーの損失無く蛍光体を蛍光させる中性子用シンチレータを提供する。

【解決手段】

ホウ素 10 (¹⁰B) を 96% 含有したホウ素を原料としたホウ酸 (H₃B O₃) に、ZnS : Ag を重量%で 30% 混合し、650 の温度で電気炉内で熔融し、24 時間溶かして混合した状態を維持し、室温に温度を下げる。製作した中性子用シンチレータは熱中性子に対して 42.6% の検出効率を持つ。

【選択図】 図 2



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

ホウ素 10 (^{10}B) を 90% 以上含有したホウ素を原料としたホウ酸 (H_3BO_3) あるいは無水ホウ酸 (B_2O_3) に、蛍光体を重量% で 10% 以上、30% 以下混合し、600 から 700 の温度で電気炉内で溶融し、1 時間以上、24 時間以下の時間溶かして混合した状態を維持し、室温に温度を下げることにより製作した濃縮ボロンを用いた中性子用シンチレータ。

【請求項 2】

ホウ素 10 (^{10}B) を 90% 以上含有したホウ素を原料としたホウ酸 (H_3BO_3) あるいは無水ホウ酸 (B_2O_3) に、蛍光体を重量% で 30% 以上、50% 以下混合し、その後アルコール内で攪拌した後、基板の上に一様に塗布し、アルコールを蒸発させた後、500 以上 600 以下の温度で、1 時間以上、2 時間以下の時間維持し、室温に温度を下げることにより製作した濃縮ボロンを用いた中性子用シンチレータ。

【請求項 3】

ホウ素 10 (^{10}B) を 90% 以上含有したホウ素を原料としたホウ酸 (H_3BO_3) に、蛍光体を重量% で 30% 以上、50% 以下混合し、300 から 400 の温度で電気炉内で溶融し、1 時間以上、2 時間以下の時間維持し、室温に温度を下げることにより製作した濃縮ボロンを用いた中性子用シンチレータ。

【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ホウ素 10 (^{10}B) と蛍光体を用いた中性子用シンチレータに関するものである。蛍光量の大きい蛍光体と中性子コンバータであるホウ素 10 を組み合わせることにより、蛍光量が大きくかつ中性子捕獲量が多い中性子用シンチレータとする。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、 $\text{ZnS}:\text{Ag}$ 蛍光体と ^6LiF 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、 $\text{ZnS}:\text{Ag}$ と中性子捕獲断面積が ^6LiF の約 4 倍あるホウ素 10 (^{10}B) と

10

20

30

40

50

を組み合わせた検出シートは、蛍光量が ${}^6\text{LiF}$ の場合の3分1以下になるためあまり使われてこなかった。

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0003】

ホウ素10 (${}^{10}\text{B}$) を中性子コンバータとして用いた場合、中性子との家訓能で出てくる粒子、 ${}^7\text{Li}$ 粒子の全エネルギーが ${}^6\text{LiF}$ のそれに比較して約3分1となり、また飛程も短くなることから蛍光量が少なくなる。この蛍光量を増大させる必要がある。

【課題を解決するための手段】

【0004】

従来は、蛍光体と中性子コンバータの接着に接着剤が使われてきた。このため、この接着剤により飛程の短い粒子、 ${}^7\text{Li}$ 粒子が吸収され蛍光量が減少してしまう蛍光量が少ない大きな原因であった。

【0005】

このため、接着剤を用いず、ホウ酸 (H_3BO_3) あるいは無水ホウ酸 (B_2O_3) が適当な温度条件で溶融することを利用して接着し、粒子のエネルギーの損失無く蛍光体を蛍光させる製作方式を考案した。

【発明の効果】

【0006】

本発明においては、蛍光量の大きい蛍光体と中性子コンバータであるホウ素10を組み合わせることにより、蛍光量が大きくかつ中性子捕獲量が多い中性子用シンチレータとすることができるので、検出効率の大きい中性子検出器が実現され、かつ2次元的にもイメージを高速に取得できる。

【実施例】

【0007】

(実施例1)

実施例1として、図1の製作手順を示す図を基に説明する。本実施例では、96%まで ${}^{10}\text{B}$ を濃縮したホウ酸を用いることとする。また、蛍光体としては、従来から ${}^6\text{LiF}$ と組み合わせて用いられてきた $\text{ZnS}:\text{Ag}$ を用いる。10gの ${}^{10}\text{B}$ を濃縮したホウ酸に重量%で30%の $\text{ZnS}:\text{Ag}$ を混合する。混合する際には $\text{ZnS}:\text{Ag}$ をできるだけ傷つけないように丁寧に混合する。混合した後、高温に耐えるるつばを使用する。実施例で白金るつばを使用する。電気炉に試料を入れた白金るつばを設置し、650の温度で24時間維持した。長時間行うことにより、でき上がり試料面は平らになった。その後、室温に下げる工程を行った。300で5時間維持した後室温まで下げた。

【0008】

製作した試料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 $100/\text{cm}^2 \cdot \text{s}$ 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従来の $\text{ZnS}:\text{Ag}/{}^6\text{LiF}$ 中性子検出シートと比較して図2に示す。この結果、中性子計数率として42.6cpsが得られた。検出効率を計算すると熱中性子に対して42.6%となり非常に高い検出効率を得られることが確認できた。また、 $\text{ZnS}:\text{Ag}$ の重量%を変えた場合の検出効率の変化を図3に示す。この結果、重量比を上げれば検出効率が悪くなることを確認できたが、重量比を上げるに従い試料の表面の状態が悪くなり、30%が限界であった。

【0009】

(実施例2)

実施例2として、図4の製作手順を示す図を基に説明する。実施例1で述べたが本実施例は、さらに蛍光体の重量%を増加させることを目指して考案したものである。

【0010】

本実施例では、96%まで ${}^{10}\text{B}$ を濃縮したホウ酸を用いることとする。また、蛍光体と

10

20

30

40

50

しては、従来から⁶LiFと組み合わせて用いられてきたZnS : Agを用いる。100 mgの¹⁰Bを濃縮したホウ酸に重量%で40%つまり40 mgのZnS : Agを加える。その後、300 mgのエタノールを加え、ZnS : Agをできるだけ傷つけないように丁寧に攪拌し混合する。混合した後、2 cm x 2 cmの大きさの基板の上に様に塗布する。エタノールをゆっくりとばし完全に抜けた後、ホットプレートに置く。ホットプレートの温度を上げ、600 で1時間維持しホウ酸を溶かして蛍光体と接着させた。

【0011】

製作した試料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従来のZnS : Ag / ⁶LiF中性子検出シートと比較して図5に示す。この結果、中性子計数率として59.1 cpsが得られた。検出効率を計算すると59.1%となり非常に高い検出効率

10

【0012】

(実施例3)

実施例3として、実施例2で用いた図4の製作手順を示す図を基に説明する。実施例2では、温度が500 以上であったが、本実施例は、無水ホウ酸(B₂O₃)を用いた場合には300 で溶けることを利用したものである。

【0013】

本実施例では、96%まで¹⁰Bを濃縮したホウ酸を用いることとする。また、蛍光体としては、従来から⁶LiFと組み合わせて用いられてきたZnS : Agを用いる。100 mgの¹⁰Bを濃縮したホウ酸に重量%で40%つまり40 mgのZnS : Agを加える。その後、300 mgのエタノールを加え、ZnS : Agをできるだけ傷つけないように丁寧に攪拌し混合する。混合した後、2 cm x 2 cmの大きさの基板の上に様に塗布する。エタノールをゆっくりとばし完全に抜けた後、ホットプレートに置く。ホットプレートの温度を上げ、400 で1時間維持しホウ酸を溶かして蛍光体と接着させた。

20

【0014】

製作した試料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従来のZnS : Ag / ⁶LiF中性子検出シートと比較して図6に示す。この結果、中性子計数率として38.9 cpsが得られた。検出効率を計算すると38.9%となり非常に高い検出効率

30

【図面の簡単な説明】

【0015】

【図1】ホウ素10(¹⁰B)を90%以上含有したホウ素を原料としたホウ酸(H₃B₃O₃)とZnS : Agを使った濃縮ボロンを用いた中性子用シンチレータの製作工程を示す図である。

【図2】ホウ素10(¹⁰B)を90%以上含有したホウ素を原料としたホウ酸(H₃B₃O₃)とZnS : Agを使った濃縮ボロンを用いた中性子用シンチレータの測定された波高分布を従来のZnS : Ag / ⁶LiF中性子検出シートと比較して示した図である。

40

【図3】ZnS : Agの重量%を変えた場合の検出効率の変化を示す図である

【図4】ホウ素10(¹⁰B)を90%以上含有したホウ素を原料としたホウ酸(H₃B₃O₃)と40%の重量%のZnS : Agを使った濃縮ボロンを用いた中性子用シンチレータの製作工程を示す図である。

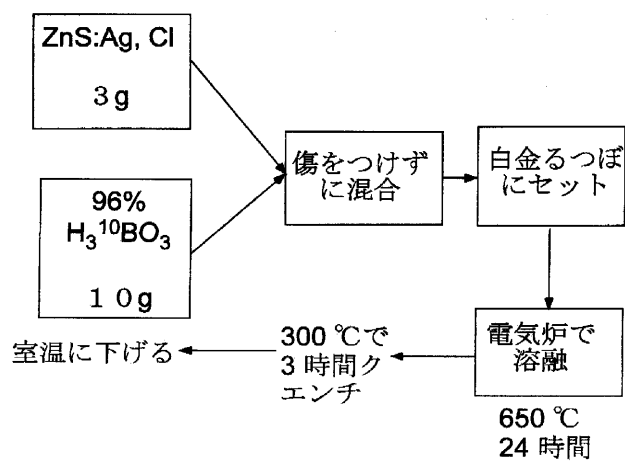
【図5】ホウ素10(¹⁰B)を90%以上含有したホウ素を原料としたホウ酸(H₃B₃O₃)と40%の重量%のZnS : Agを使った濃縮ボロンを用いた中性子用シンチレータの波高分布を従来のZnS : Ag / ⁶LiF中性子検出シートと比較して示した図である。

【図6】ホウ素10(¹⁰B)を90%以上含有したホウ素を原料としたホウ酸(H₃B₃O₃)と40%の重量%のZnS : Agを使い、400 で製作した濃縮ボロンを用いた中性

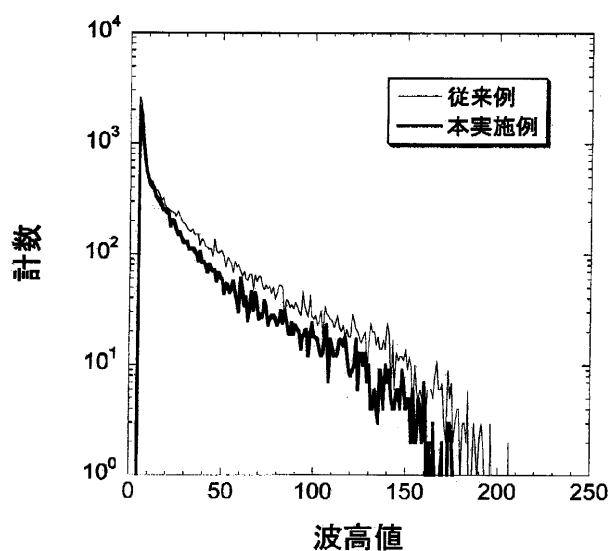
50

子用シンチレータの波高分布を従来の $ZnS:Ag / {}^6LiF$ 中性子検出シートと比較して示した図である。

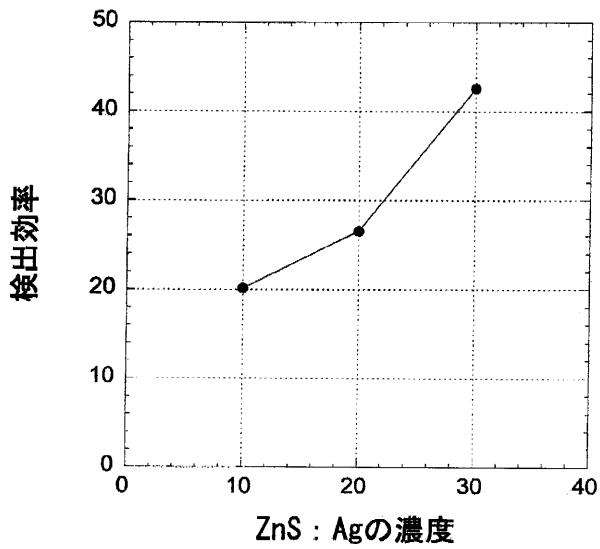
【図 1】



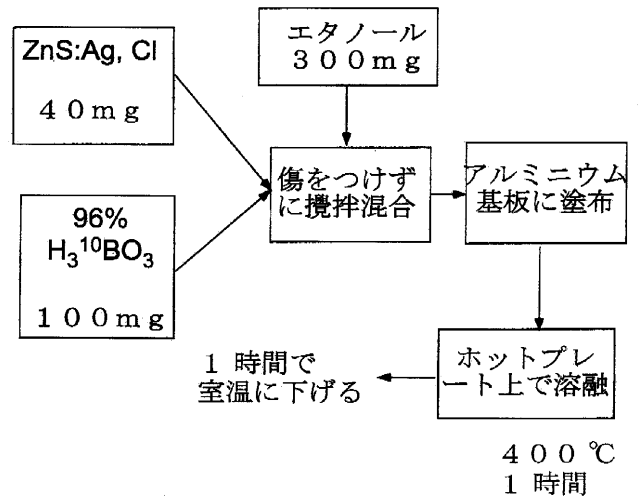
【図 2】



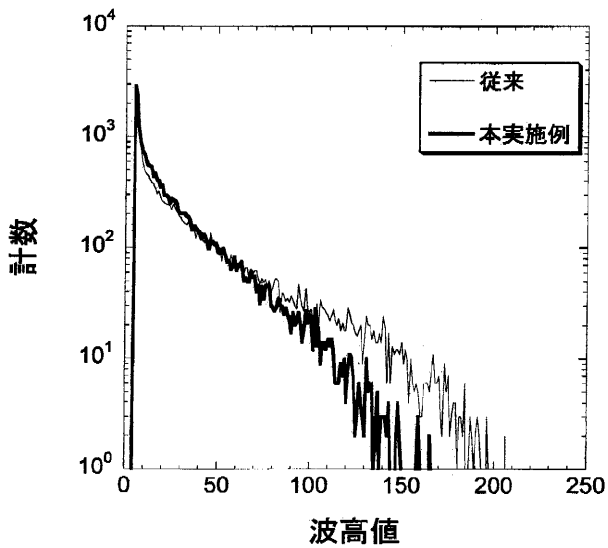
【 図 3 】



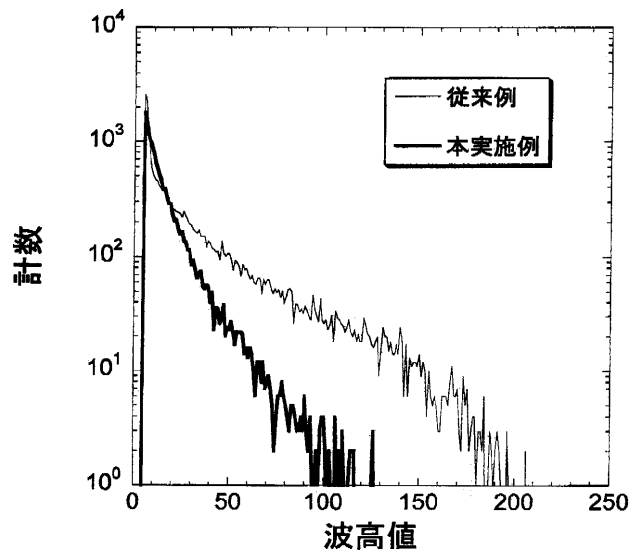
【 図 4 】



【 図 5 】



【 図 6 】



フロントページの続き

(51) Int.Cl. ⁷	F I	テーマコード(参考)
G 0 1 T 3/06	G 0 1 T 1/20 G 0 1 T 3/06	B
(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755-1		
(72)発明者 筒井 紀彰 埼玉県秩父郡小鹿野町小鹿野755-1		
(72)発明者 今井 幸治 埼玉県秩父郡小鹿野町小鹿野755-1		
Fターム(参考) 2G088 EE27 EE30 FF09 GG10 JJ05 JJ37 LL15 4H001 CA08 CC04 CF02 XA16 XA30 YA47		