

(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2005-200460  
(P2005-200460A)

(43) 公開日 平成17年7月28日(2005.7.28)

(51) Int. Cl. <sup>7</sup>	F I	テーマコード (参考)
C09K 11/06	C09K 11/06 601	2G088
G01T 1/20	G01T 1/20 B	5F088
G01T 1/203	G01T 1/203	
G01T 3/06	G01T 3/06	
H01L 31/09	H01L 31/00 A	
審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全 8 頁)		

(21) 出願番号 特願2004-5459 (P2004-5459)  
(22) 出願日 平成16年1月13日 (2004. 1. 13)

(71) 出願人 000004097  
日本原子力研究所  
千葉県柏市末広町 1 4 番 1 号  
(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  
(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】 中性子用有機シンチレータ

(57) 【要約】

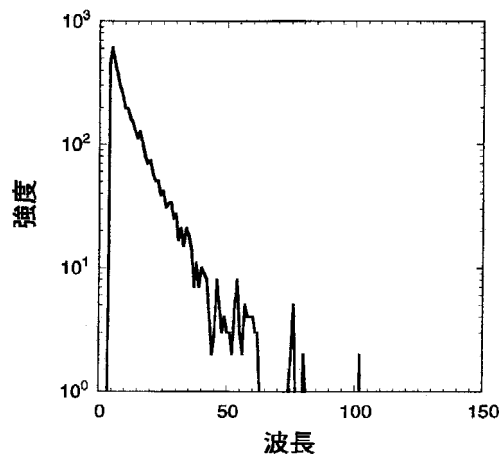
【課題】

中性子が入射した際有機ホウ素ポリマーから放出される蛍光を効率良く表面まで取り出し、中性子検出効率を上げた短蛍光寿命の有機シンチレータを提供する。

【解決手段】

ホウ素10 (<sup>10</sup>B) を構成元素とした有機ホウ素ポリマーに高分子材料であるポリメチルメタクリレート(P MMA)あるいは、ポリスチレン(PS)をブレンドしてシンチレータの透過度を上げる。この結果、ホウ素10 (<sup>10</sup>B) により中性子を捕獲した際に発生する線と<sup>7</sup>Li粒子により有機ホウ素ポリマー内部で発生した蛍光を、効率よくシンチレータ表面に取り出した中性子用有機シンチレータとすることができる。

【選択図】 図5



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

ホウ素  $10$  ( $^{10}\text{B}$ ) を構成元素とした有機ホウ素ポリマーが、含有するホウ素  $10$  ( $^{10}\text{B}$ ) により中性子を捕獲した際に発生する  $\gamma$  線と  $^7\text{Li}$  粒子により、蛍光を発生することを利用して中性子を検出することを特徴とした中性子用有機シンチレータ。

## 【請求項 2】

ホウ素  $10$  ( $^{10}\text{B}$ ) を構成元素とした有機ホウ素ポリマーに高分子材料であるポリメチルメタクリレート (PMMA) あるいは、ポリスチレン (PS) をブレンドして、ホウ素  $10$  ( $^{10}\text{B}$ ) により中性子を捕獲した際に発生する  $\gamma$  線と  $^6\text{Li}$  粒子により、有機ホウ素ポリマーが発生する蛍光がシンチレータ表面に出る量を増加させることを特徴とした中性子用有機シンチレータ。

10

## 【請求項 3】

上記請求項 2 のホウ素  $10$  ( $^{10}\text{B}$ ) を構成元素とした有機ホウ素ポリマーに高分子材料であるポリメチルメタクリレート (PMMA) あるいは、ポリスチレン (PS) をブレンドした試料に、ペリレンをブレンドし、ホウ素  $10$  ( $^{10}\text{B}$ ) により中性子を捕獲した際に発生する  $\gamma$  線と  $^6\text{Li}$  粒子により有機ホウ素ポリマーから発生する蛍光を吸収し再発光させ、シンチレータ表面に出る蛍光量を増加させることを特徴とした中性子用有機シンチレータ。

## 【請求項 4】

ホウ素  $10$  ( $^{10}\text{B}$ ) を構成元素とした有機ホウ素ポリマーをプラスチックシンチレータにブレンドし、ホウ素  $10$  ( $^{10}\text{B}$ ) により中性子を捕獲した際に発生する  $\gamma$  線と  $^6\text{Li}$  粒子がプラスチックシンチレータを発光させることを利用して中性子を検出することを特徴とした中性子用有機シンチレータ。

20

30

## 【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有機ホウ素ポリマーに関するものである。本発明のポリマーにおいては、発光する蛍光量は少ないものの、非常に短い蛍光寿命を持つことを利用して、放射線あるいは中性子が高い入射率で入った場合でも検出可能とし、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、 $\gamma$  線を代表とする放射線の検出器あるいは中性子検出器には、 $\text{ZnS}:\text{Ag}$  蛍光体が用いられてきた。しかし、 $\text{ZnS}:\text{Ag}$  は、主となる蛍光寿命は  $200\text{ns}$  と短いものの遅い成分があり総合的には、蛍光寿命は  $100\mu\text{s}$  と長く、高計数率の放射線あるいは中性子の検出には使用することが困難であった。

40

## 【0003】

一方、有機蛍光体を用いた中性子検出体としては、無機物である  $^6\text{Li}$  あるいは  $^{10}\text{B}$  を有機物の中に混ぜる必要が有ることから、混ぜることにより混濁が起るため、 $^{10}\text{B}$  金属微粉を混合した  $^{10}\text{B}$  含有プラスチックシンチレータのみが実用化され市販されてきた。

## 【発明の開示】

## 【発明が解決しようとする課題】

50

## 【0004】

従来のZnS:Ag蛍光体は、その蛍光寿命が200nsと短いものの遅い成分があり、蛍光寿命は100μsと長く、高計数率の放射線あるいは中性子の検出に使用することが困難であった。又、従来の有機蛍光体を用いた中性子検出体は、無機物である<sup>6</sup>Liあるいは<sup>10</sup>Bを混ぜる必要が有ることから、混濁が起るため、<sup>10</sup>B金属微粉を混合したもののみが使用されてきた。

## 【課題を解決するための手段】

## 【0005】

放射線あるいは中性子を高計数率で検出するには、蛍光寿命が短い蛍光体を用いることが不可欠となる。有機ホウ素ポリマーは、蛍光量は少ないものの、その蛍光寿命は非常に短いことが実験により確認できた。また、ポリマー自身の構成元素にホウ素を含むため、ポリマー自身が中性子検出媒体となる。このため、蛍光量の少ないことをいかに補うかが中性子検出効率を上げることになる。このため、高分子材料のブレンド、あるいは蛍光を吸収し再放出する材料のブレンド、あるいは中性子コンバータ材として用いてプラスチックシンチレータを発光させ、シンチレータ表面から放出される蛍光を増加させ、中性子に対する検出効率を上げることとした。

## 【発明の効果】

## 【0006】

本発明のポリマーは、発光する蛍光量は少ないものの、非常に短い蛍光寿命を持つことにより、放射線あるいは中性子が高い入射率で入った場合にもその検出が可能となり、かつ2次元的にもイメージを高速に取得できるものである。

## 【実施例】

## 【0007】

## (実施例1)

実施例1として、図1に示す構造を有する有機ホウ素ポリマーを用いた中性子シンチレータについて述べる。構造は共役性のポリマーであり分子として7000から10000の分子が集まったものである。この試料について<sup>241</sup>Am線源を用いて線に対する蛍光スペクトルを測定した。本有機ホウ素ポリマーの線を照射した場合の蛍光スペクトルを図2に示す。

## 【0008】

この有機ホウ素ポリマー8mgについて少量の有機系接着剤を用いてアルミニウム基板に1cm×1cmの面積に塗布した。このシンチレータサンプル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/cm<sup>2</sup>・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。その結果、中性子計数率として0.57cpsが得られた。この結果より有機ホウ素ポリマーを用いて中性子を計数することができることが確認された。

## 【0009】

## (実施例2)

実施例2として、図1に示す構造を有する有機ホウ素ポリマーに図3に示す構造のポリメチルメタクリレート(PMMA)をブレンドして用いた中性子シンチレータについて述べる。ポリメチルメタクリレート(PMMA)に重量比で4%の有機ホウ素ポリマーを混合して混ぜて1cm<sup>2</sup>のシンチレータとする。この有機ホウ素ポリマーシンチレータの総重量は130mgであった。本有機ホウ素ポリマーの線を照射した場合の蛍光スペクトルを図4に示す。

## 【0010】

このシンチレータサンプル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/cm<sup>2</sup>・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。シンチレータから出力される信号の波高分布をマルチチャンネル波高分析装置を用いて測定した。測定した波高分布を図5に示す。実施例1の際に得られた波高分布よりも信号出力が高いことが確認され

10

20

30

40

50

た。また、実際に用いられた有機ホウ素ポリマーの重量が実施例よりも少ないにも関わらず計数率は2 cpsが得られた。この結果より、有機ホウ素ポリマーのみを用いた場合に比較して、ポリメチルメタクリレート(PMMA)をブレンドして用いた中性子シンチレータは約4倍高い検出効率を得られることがわかった。

#### 【0011】

##### (実施例3)

実施例3として、図1に示す構造を有するホウ素10( $^{10}\text{B}$ )を構成元素とした有機ホウ素ポリマーに高分子材料であるポリメチルメタクリレート(PMMA)をブレンドした試料に図6に示すベリレンをブレンドした試料について述べる。ポリメチルメタクリレート(PMMA)を1とした場合、ホウ素10( $^{10}\text{B}$ )を構成元素とした有機ホウ素ポリマーを0.01、そしてベリレンを0.002とする。この構成比で重量100mgの試料を製作した。本有機ホウ素ポリマーの線を照射した場合の蛍光スペクトルを図7に示す。

10

#### 【0012】

このシンチレータ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。シンチレータから出力される信号の波高分布をマルチチャンネル波高分析装置を用いて測定した。測定した波高分布を図8に示す。本実施例でも、実施例1の際に得られた波高分布よりも信号出力が高いことが確認された。また、実際に用いられた有機ホウ素ポリマーの重量が実施例1よりも少ないにも関わらず計数率は1.3 cpsが得られた。この結果より、有機ホウ素ポリマーのみを用いた場合に比較して、ポリメチルメタクリレート(PMMA)をブレンドかつベリレンを追加してブレンドして用いた中性子シンチレータはさらに、約3倍高い検出効率を得られることがわかった。

20

#### 【0013】

##### (実施例4)

実施例4では、ホウ素10( $^{10}\text{B}$ )を構成元素とした有機ホウ素ポリマーをプラスチックシンチレータにブレンドし、ホウ素10( $^{10}\text{B}$ )により中性子を捕獲した際に発生する $^6\text{Li}$ 粒子がプラスチックシンチレータを発光させることを利用して中性子を検出する中性子用有機シンチレータについて述べる。

#### 【0014】

プラスチックシンチレータとしては米国バイクロン社製BC-414を用いる。BC414を200mgに対して、有機ホウ素ポリマーを8mg混ぜてトルエンで溶かし混んだのち、固化した。このシンチレータ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。シンチレータから出力される信号の波高分布をマルチチャンネル波高分析装置を用いて測定した。測定した波高分布を図9に示す。計数率としては4 cpsが得られた。実施例1-3の場合に比較してアンプのゲインを5分の1で測定してる。このため、プラスチックシンチレータにブレンドした場合には、約5倍程度の光量を得られることが確認できた。

30

#### 【図面の簡単な説明】

40

#### 【0015】

【図1】有機ホウ素ポリマーの構造を示す図である。

【図2】線を照射した時の有機ホウ素ポリマーの蛍光スペクトル示した図である。

【図3】ポリメチルメタクリレート(PMMA)の構造を示す図である

【図4】線を照射した時の有機ホウ素ポリマーにポリメチルメタクリレート(PMMA)をブレンドした試料の蛍光スペクトル示した図である。

【図5】中性子を照射して得られた有機ホウ素ポリマーにポリメチルメタクリレート(PMMA)をブレンドした試料の波高分布特性を示した図である。

【図6】ベリレンの構造を示す図である。

【図7】線を照射した時の有機ホウ素ポリマーにポリメチルメタクリレート(PMMA)及

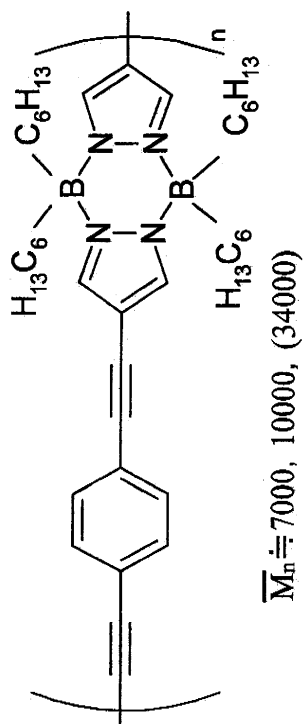
50

びベリレンをブレンドした試料の蛍光スペクトル示した図である。

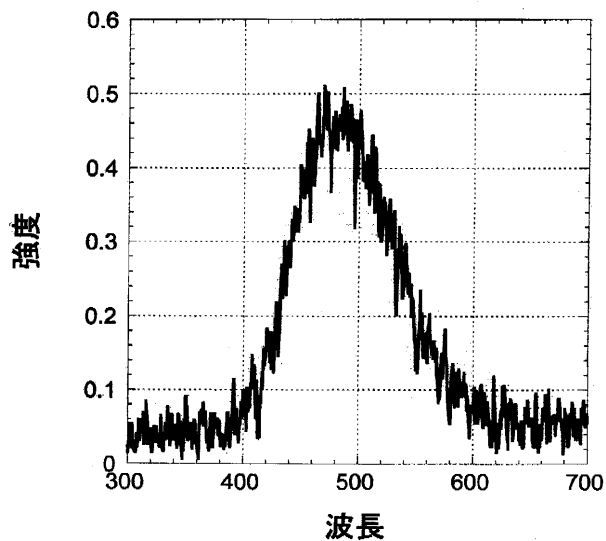
【図8】中性子を照射して得られた有機ホウ素ポリマーにポリメチルメタクリレート(PMMA)及びベリレンをブレンドした試料の波高分布特性を示した図である。

【図9】中性子を照射して得られた有機ホウ素ポリマーをプラスチックシンチレータにブレンドした試料の波高分布特性を示した図である。

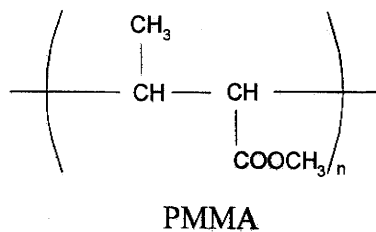
【図1】



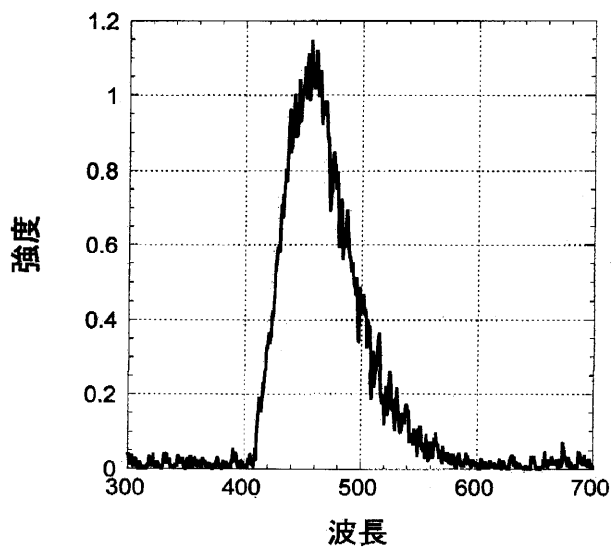
【図2】



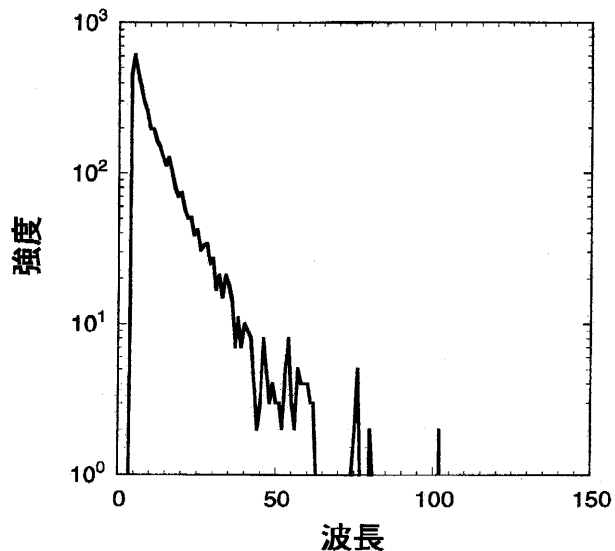
【図3】



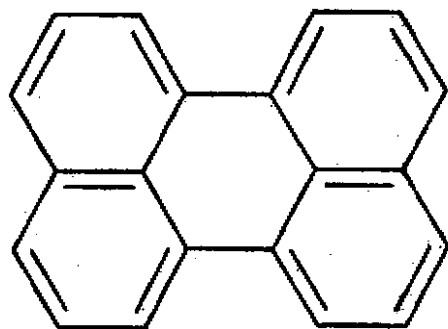
【 図 4 】



【 図 5 】

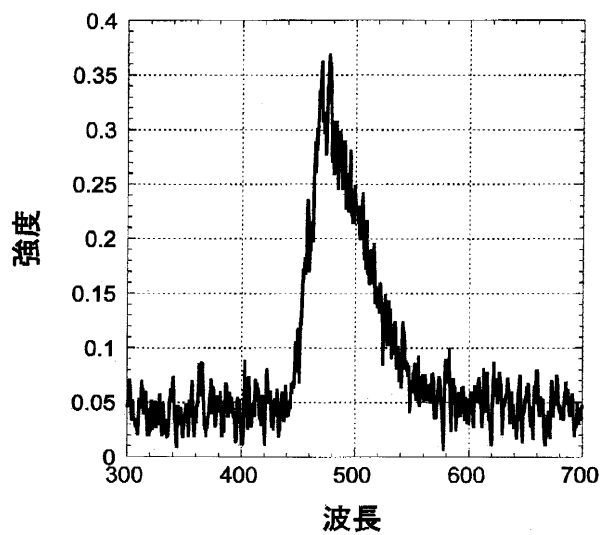


【 図 6 】

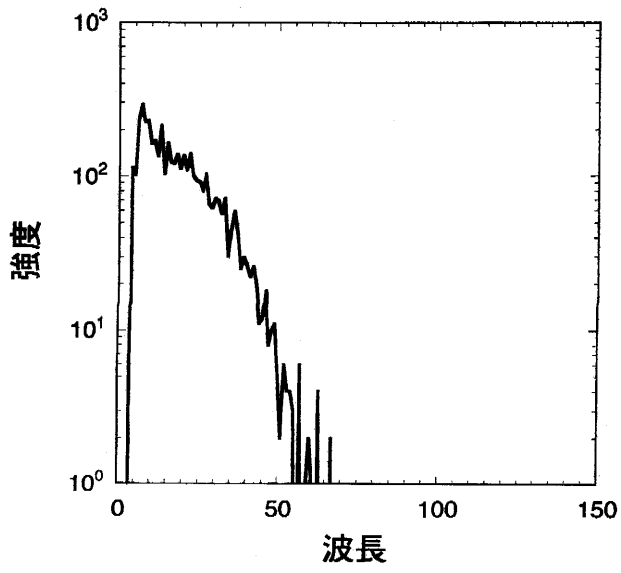


Perylene

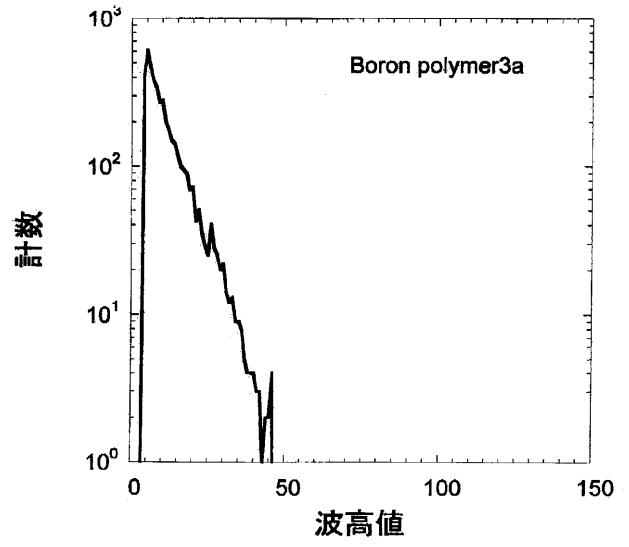
【 図 7 】



【 図 8 】



【 図 9 】



---

フロントページの続き

- (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 近藤 泰洋  
宮城県仙台市青葉区荒巻字青葉05
- (72)発明者 中條 善樹  
京都府京都市西京区京都大学桂 京都大学工学研究科高分子化学専攻
- Fターム(参考) 2G088 EE27 EE30 FF09 GG11 JJ05 LL15 LL18  
5F088 AB11 BB06 JA17 LA07