

【公報種別】特許法第17条の2の規定による補正の掲載

【部門区分】第6部門第1区分

【発行日】平成21年9月17日(2009.9.17)

【公表番号】特表2002-523754(P2002-523754A)

【公表日】平成14年7月30日(2002.7.30)

【出願番号】特願2000-566697(P2000-566697)

【国際特許分類】

G 21 C 17/06 (2006.01)

G 01 T 1/202 (2006.01)

【F I】

G 21 C 17/06 R

G 01 T 1/202

【誤訳訂正書】

【提出日】平成21年7月24日(2009.7.24)

【誤訳訂正1】

【訂正対象書類名】明細書

【訂正対象項目名】特許請求の範囲

【訂正方法】変更

【訂正の内容】

【特許請求の範囲】

【請求項1】既知の放射性元素、または既知の複数の放射性元素の既知の混合物を含んでいる各放射性物質(16)から放射される放射線を検出する放射線検出器(D)の応答をシミュレートする方法であって、前記放射線検出器(D)はカウント・システムを形成している電子的測定手段に接続されており、該方法は、

- 放射性元素または放射性元素の混合物を表す放射性放射スペクトルをメモリに記憶するステップと、

- 検出された放射線が通過した前記放射性物質(16)の厚さを表しているデータを含む検出特性をメモリに記憶するステップと、

- 検出された放射線の動作特性であって前記検出器の開口角、検出されるエネルギー帯および前記電子的測定手段の電子増幅特性を含む動作特性をメモリに記憶するステップと、

- メモリ内にスペクトルが記憶されている放射性元素の中の放射性元素または放射性元素の混合物が選択されるステップと、

- 前記選択された放射性元素または放射性元素の混合物の放射線を再現し、検出器の応答に対応する、シミュレートされた放射線の放射を得るためにコンピュータを使用して、メモリ内に記憶されている前記検出特性、動作特性及びスペクトルを処理するステップとを有する方法。

【請求項2】請求項1に記載の方法において、前記シミュレートされた検出器の応答から回帰直線を作成するステップを含む方法。

【請求項3】請求項1に記載の方法において、前記検出器(D)が線検出器である方法。

【請求項4】請求項1に記載の方法において、前記放射性物質が核燃料要素である方法。

【請求項5】前記放射性物質は核燃料要素である請求項1による方法を使用して核燃料要素(16)のアセンブリを検査するための方法において、

- そのアセンブリの前記要素の何れかの実際の組成を分析するステップと、

- 検出器(D)を、実際の組成が分析された前記核燃料要素に関して校正するステップと、

- 校正時に得られた前記検出器の前記応答を使用して、実際の組成が既に分析された要素のシミュレートされた応答が得られるまで、放射性元素または放射性元素の混合物の放射された放射線に対する前記シミュレートされた応答を訂正するステップであって、前記シミュレートされた応答は、前記分析された要素に関して検出器によって得られた応答と実質的に同じであるステップと、

- シミュレートされた応答が既に訂正されているすべての要素が検出器によって検査されるステップとを含む方法。

【請求項 6】 請求項 5 に記載の方法において、前記要素が核燃料棒であり、前記燃料棒が前記核燃料のペレットのスタックを含む方法。

【請求項 7】 請求項 6 に記載の方法において、前記検出器が環状のシンチレータ(1)を含む方法。

【請求項 8】 請求項 6 に記載の方法において、前記検出器がヨード化ナトリウムのシンチレータ(1)を含む方法。

【誤訳訂正 2】

【訂正対象書類名】明細書

【訂正対象項目名】0001

【訂正方法】変更

【訂正の内容】

【0001】

(技術分野)

本発明は、放射性物質から放射される放射線用検出器の応答シミュレーション方法および、このシミュレーションを使用した核燃料要素の検査方法に関する。

特に、線を放射しているペレットのスタックを含む核燃料棒の検査に適用することができる。

【誤訳訂正 3】

【訂正対象書類名】明細書

【訂正対象項目名】0002

【訂正方法】変更

【訂正の内容】

【0002】

(従来の技術)

所定の種類のペレットの均質性を検証するために、上述のタイプの燃料棒の一組(アセンブリ)を検査する方法が周知である。

この検査を行うために、その検査のために使用される線測定システムについて予備校正が行われる。例えば、タリウムで活性化されたヨード化ナトリウムNaI(Tl)から作られていることが好ましい環状のシンチレータを含むこのシステムのための検出器が、ドキュメントFR-A-2437002、EP-A-0009450および日本国特許第1527161に説明されている。

【誤訳訂正 4】

【訂正対象書類名】明細書

【訂正対象項目名】0003

【訂正方法】変更

【訂正の内容】

【0003】

また、この校正は特定の燃料棒を作成し、それらを検出器の前面を通過させ、統計学において回帰直線と呼ばれる直線を得ることも含む。この場合、その直線はペレットの中で使用されている混合粉末に対する検出器の応答を表わし、その応答は、燃料棒の均質な部分に対する、あるいは他の種類のペレットのグループの中で絶縁された特定の種類のペレットにおける、例えば、ウラニウムおよびプルトニウム等の成分の含有量によって変わる。

これは多数の測定値を必要とし、それと同等程度の多数の校正用燃料棒であってそれらの代表的な状態を代表する燃料棒を必要とし、また、原子炉の中では使用できない。

【誤訳訂正 5】

【訂正対象書類名】明細書

【訂正対象項目名】0 0 0 4

【訂正方法】変更

【訂正の内容】

【0 0 0 4】

(発明の開示)

本発明の目的は、核燃料棒、より一般的には、核燃料要素を経済的に制御することができる方法を提案することによって、上記欠点を克服することである。この方法においては、測定システムの予備校正は不要であり、それは測定システムの検出器の応答シミュレーションによって、すなわち、この測定システムによって行われるカウントによって置き換えられる。

【誤訳訂正 6】

【訂正対象書類名】明細書

【訂正対象項目名】0 0 1 0

【訂正方法】変更

【訂正の内容】

【0 0 1 0】

(特定の実施形態の詳細な説明)

核燃料棒のパッチ（すなわち、1つの集合体）を検査する必要があると仮定する。各燃料棒は、例えば、酸化ウラニウム／または酸化プルトニウムを含んでいるペレットのスタックである。これらの燃料棒の中のペレットが個々に検査される。例えば、これは上記のドキュメントの中に記述されている検出器を使用して行うことができる。以下、この検出器の構造が、本詳細な説明の記載全体を通じて図1および図2を参照して説明される。

【誤訳訂正 7】

【訂正対象書類名】明細書

【訂正対象項目名】0 0 1 1

【訂正方法】変更

【訂正の内容】

【0 0 1 1】

線検出器は3つの光電子増倍管（フォトマルチプライヤ）2、3、および4に関連する環状のシンチレータ1を含む。図1および図2は、検査される燃料棒16を示し、この燃料棒16はペレット5から構成されている。また、この検出器は、ダイアフラムまたはコリメータ6も含む。このダイアフラムは、シンチレータに向かってこのペレットから放射される線fluxをほぼ各ペレットの長さにまで制限する。3つの光電子増倍管がシンチレータの周辺に一様に分配されている。これらの光電子増倍管からの出力は、後で説明されるカウント・システム7を形成している電子的測定手段に対して接続されている。

【誤訳訂正 8】

【訂正対象書類名】明細書

【訂正対象項目名】0 0 1 2

【訂正方法】変更

【訂正の内容】

【0 0 1 2】

シンチレータは、同じ構造のセクタ10、11および12に分割されており、それらは互いに光学的に絶縁され、それぞれ光電子増倍管2、3および4に関連付けられている。このシンチレータは、タリウムで活性化されるヨード化ナトリウム・タイプのものであることが好ましい。アルミニウムなどの光学的絶縁体の層13、14、および15が見られ

、それはシンチレータの中の異なるセクタを光学的に絶縁する。

【誤訳訂正 9】

【訂正対象書類名】明細書

【訂正対象項目名】0013

【訂正方法】変更

【訂正の内容】

【0013】

図2は、測定を妨害する可能性がある外部線に対して検出器を保護する遮蔽された容器Eを示している。また、図2は燃料棒16の中のペレット5がクラッディング17の中に含まれていることも示している。この燃料棒が図には示されていない手段によって方向18に沿って移動される。図2はまた、ダイアフラム6を形成し、線に対して不透明な2つの環状の部分19および20も示している。2つの部分の間の間隔はeであり、それは図には示されていない手段によって調整することができる。検査される燃料棒がこの検出器の軸21に沿って動かされる。

【誤訳訂正 10】

【訂正対象書類名】明細書

【訂正対象項目名】0016

【訂正方法】変更

【訂正の内容】

【0016】

検出器Dの応答のシミュレーションは、純粹にデジタルであり、メモリ26の中に格納されているソフトウェアに基づいており、その中にいくつかのアイテムが入力され、それらは、(a)いくつかの放射性元素またはそれらの混合物の、そしてメモリ26の中に記憶されるようにもなっている放射性放射スペクトル、(b) 線が通過する厚さをモデル化している、従って、その減衰を表している係数およびデータの形式での検出器の特性、(c)受信した 線の動作特性、特に、その検出器の開口角、検出されるエネルギー帯および電子回路の増幅度を表している動作特性および、(d)選定された放射性元素または選定された放射性元素の混合物に対して放射される 線の個々を再現するための数学的モータである。

【誤訳訂正 11】

【訂正対象書類名】明細書

【訂正対象項目名】0018

【訂正方法】変更

【訂正の内容】

【0018】

次の記述は、上記のシミュレーションに関する情報を更に提供する。

ソフトウェアによって、カウント数が計算され、そして実際のペレットに対するカウント数を再現するための試みがなされる。校正のために使用された燃料棒がそのソフトウェアを「校正する」ために使用される。この燃料棒の中の各ペレットの中の各放射性元素の同位元素の組成およびパーセントは既知である。シミュレーションが行われる時、この同位元素の放射能の強度がそのスペクトルに寄与している各同位元素iに対して計算され、その際、すべてのエネルギーjおよびシンチレータと架空のペレットとの間のすべての減衰kが考慮される。

【誤訳訂正 12】

【訂正対象書類名】明細書

【訂正対象項目名】0022

【訂正方法】変更

【訂正の内容】

【0022】

本発明は、ペレットが普通は円筒形状である上記燃料棒以外に、他の燃料要素をシミュ

レートし、検査するためにも使用することができる。例えば、円筒形状でないペレットを含んでいる板型の要素をシミュレートし、検査することができる。さらに、本発明は核燃料要素のシミュレーションおよび検査に限定されない。それは他の多くの放射性物質、例えば、量産され、放射性物質を含んでいるレセプタクルをシミュレートし、検査するために使用することができる。

## 【誤訳訂正 1 3】

【訂正対象書類名】明細書

【訂正対象項目名】0 0 2 7

【訂正方法】変更

【訂正の内容】

## 【0 0 2 7】

1 . 1 . 2 )  $k = 1$  に対する初期フラックス  $(i, j, k - 1)$  = 初期フラックス  $(i, j)$  である、減衰要素 ( $k$ ) に対するループの終り

Na I シンチレータ :

$$\mu_{a_{(i,j)}}^{(NaI)} = \left[ \frac{\sigma a^{(NaI)} + Z_{(NaI)} \times \sigma a^{(NaI)}}{PE_{(j)}} \right] \times \frac{Av}{A_{(NaI)}} \times \rho_{(NaI)}$$

吸収  $(i, j) (NaI)$  = 最終フラックス  $(i, j, k)$   $\times \mu_{a(NaI)}(i, j) \times X_{(NaI)}$   
ここで、

$\frac{\sigma a^{(NaI)}}{PE_{(j)}}$  = Na I に対する実効光電吸収断面積

$Z_{(NaI)}$  = Na I の平均原子番号

$\frac{\sigma a^{(NaI)}}{C_{(j)}}$  = Na I に対するコンプトン実効吸収断面積

$A_{(NaI)}$  = Na I の平均原子量

$\rho_{(NaI)}$  = Na I の平均密度

$X_{(NaI)}$  = Na I シンチレータの厚さ

## 【誤訳訂正 1 4】

【訂正対象書類名】明細書

【訂正対象項目名】0 0 2 8

【訂正方法】変更

【訂正の内容】

## 【0 0 2 8】

1 . 1 . 3 ) 光電吸収およびコンプトン吸収に対する値を引き出すための手順のためのループの開始

$N = 1200$  値  $v_n$  はエネルギー ( $j$ ) に等しい平均値に中心を置き、標準偏差が分解能  $(j)$  に等しいガウス分布に従って乱数を引くことによって計算される。

$V_n = v_n \times \text{吸収}_{(i,j)} NaI$

$N_{\mu=1} V_n$  は吸収スペクトル  $(i, j) NaI$  を与える。

## 【誤訳訂正 1 5】

【訂正対象書類名】明細書

【訂正対象項目名】0 0 3 0

【訂正方法】変更

【訂正の内容】

【0030】

1.1.5) コンプトン散乱のための値を引き出すためのループの開始

$N = 1200$  値  $v_n$  は、エネルギー  $(j^{\perp})$  に等しい平均値に中心を置き、標準偏差が分解能  $(j^{\perp})$  に等しいガウス分布を使用して乱数を引き出すことによって計算される。

$V_n = v_n \times \text{ドーム散乱}_{(\perp)} N_a I$

$\sum_{n=1}^N V_n$  は、散乱スペクトル  $(i, \perp)$   $N_a I$  を与える。

【誤訳訂正16】

【訂正対象書類名】明細書

【訂正対象項目名】0032

【訂正方法】変更

【訂正の内容】

【0032】

1.1.7) コンプトン・フロントに対する値を引き出すためのループの開始

$N = 1200$  値  $v_n$  は、エネルギー  $(j^{\parallel})$  に等しい平均値に中心を置き、標準偏差が分解能  $(j^{\parallel})$  に等しいガウス分布を使用して乱数を引き出すことによって計算される。

$V_n = v_n \times \text{フロント散乱}_{(j^{\parallel})}, N_a I$

$\sum_{n=1}^N V_n$  は、散乱スペクトル  $(i, j^{\parallel})$   $N_a I$  を与える。