４層フォスイッチ検出器によるβ・γ同時弁別型線量計の開発
(2)装置設計と基本性能評価

A novel dosimeter technique using quadruple-phoswich scintillator for beta/gamma simultaneous counting and discriminating.

(2) Apparatus Design and Primary test

*久米　直人[1]，前川　立行[2]，牧野　俊一郎[2]，菊地　賢太郎[1]，大島　雄志[2]，藤原　栄一[2]
[1]東芝エネルギーシステムズ，[2]東芝電力放射線テクノサービス

高線量環境下における簡易かつ確実なβ線線量率測定を目指し、(3+1)層型のフォスイッチ型検出器の最適化設計を行い、解析と試験により事象の弁別が可能なことを確認した。

キーワード： β線、γ線、フォスイッチ、4層、弁別

1. 緒言

福島第一原子力発電所などにおけるβ線線量率管理用に、4 層フォスイッチ検出器を開発している。線量率測定には、γ線とβ線の弁別機能に加え、β線エネルギーの情報を取得できる機能が必要である。しかし、複数種類のシンチレータで構成されるフォスイッチ検出器の場合、シンチレータごとに発光量や消光時定数の差があるため、設計パラメータが複雑になる。そこで、複数の解析手法を統合した解析ツールで装置設計および事象の弁別アルゴリズムを構築し、基本的な性能評価を実施した。

2. 装置設計

β線線量率の一定の精度で行うために必要な最低限の条件として、必要十分な S/N を確保して検出効率を確保できることに加え、70μm 線量当量評価ではβ線エネルギーが 250keV 以上か否か、3mm 線量当量評価では 800keV 以上か否かの弁別が必要である。本仕様を満たす装置設計のため、放射線挙動、発光・伝搬、回路の周波数応答を組わせた解析ツールを構築し、図 1 に示す検出器構造に対し、回路出力波形を評価した。

本ツールを用いて、1、2 層で同時検出イベントが 250keV 以上のβ線と判定できること、2 層目のシンチレータのエネルギーデポジット情報で 800keV 以上のβ線と判定できるシンチレータ厚さを決定した（表 1)。さらに、回路の出力波形を評価することで、発生イベントを弁別できるアルゴリズムを検討した。その結果、回路出力の平滑化微分で得られる時間変化（図 2）の特徴量から発生イベントを特定できることを確認した。

3. 基礎性能試験

開発した検出器に Sr-90/Y-90 のβ線を照射し、得られたデータを 250keV 未満、250keV 以上、800keV 以上の 3 事象に弁別し、それぞれの計数率を算出した。本結果と、線源、検出器を同一体系に設定した解析評価で得られた計数率比率を比較した結果、全体の 86%のイベントで正しい弁別ができる結果を得られた。今後、線量測定時の誤差評価を実施していく。

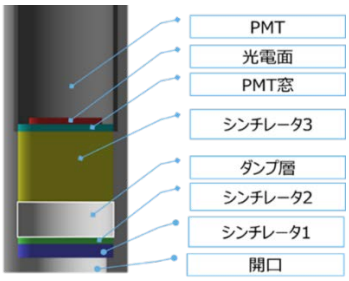

図１　検出器構造

表1　主な寸法

名称	仕様
シンチレータ1	BC400 0.3mmt
シンチレータ2	CaF2(Eu) 0.5mmt
シンチレータ3	EJ-240 5mmt
ダンプ層	合成石英

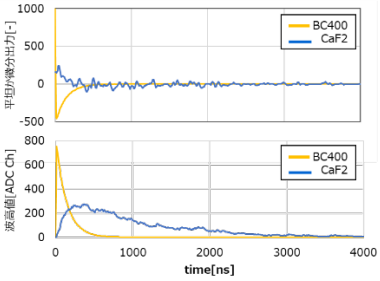

図２解析結果(上:平滑化微分出力、下:回路出力波形)

*Naoto Kume[1], Tatsuyuki Maekawa[2], Shunichiro Makino[2], Kentaro Kikuchi[2], Yuji Oshima[2] and Eiichi Fujiwara[2].
[1]Toshiba Energy Systems & Solutions Corporation, [2]Toshiba Power Systems Radiation Techno-Service Corporation.