

半導体ガンマ線検出器に関する研究

森谷 鴻平 (指導教員 佐藤 憲史)

1. 研究背景と目的

福島第一原発の事故により放射性物質が飛散し、風評被害・出荷規制など様々な問題を引き起こした。これに対して自分たちで放射線量を測定し安全性を確認しようという動きが表れ、線量計の需要が高まっている。一方でフォトダイオード(PD)を用いた放射線量測定器は、安価かつ入手しやすい材料のみで回路を構成することができるため、実用化が検討されている。本研究はこのPDガンマ線検出器を製作し、感度の改善を図ることを目的とする。

2. 実験方法

遮光したSi PDにガンマ線が入り、PD内部で吸収や散乱が起こると、吸収では光電効果、散乱ではコンプトン効果により電荷が発生する。この電荷により発生する微小なパルス電流をチャージアンプにより電圧に変換・増幅する。帰還抵抗にT型接続を使用することで、等価的に高抵抗とし[1]、電流-電圧増幅率を大きくしている。この回路を放射性コバルト(^{60}Co)の近くに設置し、オシロスコープで出力の波形を観測する。 ^{60}Co からの距離を変えて何回か測定し、距離と検出回数を確認する。回路の構成にはこれまでの報告例[1][2]を参考にした。

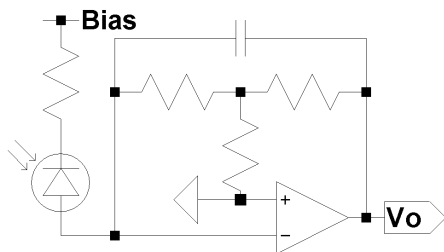


図1 回路の構成

3. 実験結果

図2にオシロスコープで観測した波形を示す。検出素子の受光面積は 100 mm^2 、 ^{60}Co との距離は 7 cm である。図2では3秒間に20本ほどノイズより明らかに大きなパルス波形が確認できる。

次に、図3に ^{60}Co と検出回路の間隔と検出回数との関係、また同じ実験をGM管で行った場合の結果を示す。Fitting(Si-PD)は立体角を考慮した理論曲線である。距離の特性がGM管と類似していることから、このパルスがガンマ線を検出したものであり、この回路はガンマ線を検出していると考えられる。SN比も出力ノイズの標準偏差が中間発表当時の回路が 29.8 mV なのに対し、 $663\text{ }\mu\text{ V}$ と大きく改善しており、感度も良くなっている。これは帰還抵抗を大きくしたことや出力段でハイパスフィルタを使用したことが要因である。

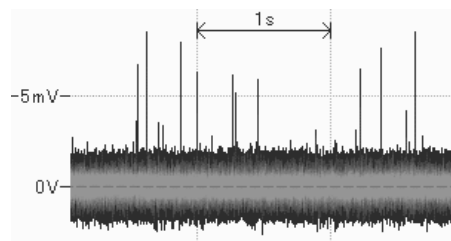


図2 検出した波形

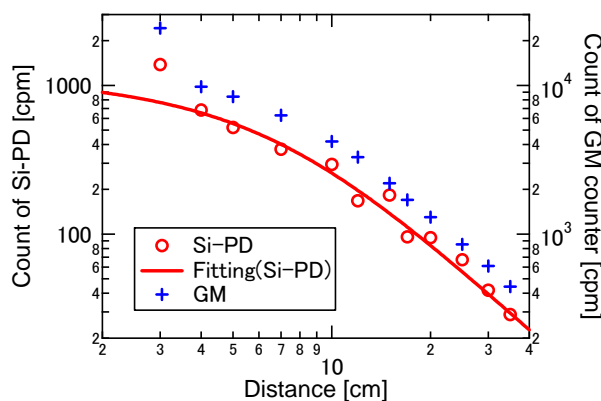


図3 間隔と検出回数の関係

4. 課題

今回の実験ではパルス対ノイズ比(SN比)が改善されたことが確認されたが、まだパルスの大きさがノイズの2~3倍程度である。今後はさらにSN比を改善し、他の方式の検出器と同等の感度へ近づけることが課題となる。

参考文献

- [1] Texas Instruments, <http://www.tij.co.jp/>
- [2] e 電子工房, <http://einstlab.web.fc2.com/>