

## SOI 技術を用いた SiPM の開発

金正勲<sup>A</sup> 小山晃広<sup>A</sup> 島添健次<sup>A</sup> 高橋浩之<sup>A</sup> 新井康夫<sup>B</sup>

東京大学<sup>A</sup> 高エネルギー加速器研究機構<sup>B</sup>

E-mail: james1995424@gmail.com

### 1. 背景及び目的

アバランシェ増幅特性を持つ Silicon Photomultiplier(SiPM)はシンチレータと組み合わせることで PET や SPECT など核医学診断機器の放射線検出器として使用されている。近年時間分解能の向上や微細化・多チャンネル化に伴う信号処理回路の複雑化の解消を背景とし、Digital-SiPM や Complementally Metal Oxide Semiconductor - Single Photon Avalanche Diode (CMOS-SPAD)等と呼ばれる SiPM と回路の 1 枚のチップ上への集積が注目されている。そこで本研究ではトランジスタの高速性と回路の三次元集積が可能な SOI(Silicon on Insulator)-CMOS プロセスを利用した SiPM の実現を目的とした。今回は検出器 SiPM の性能改善に焦点をあて、SOI プロセスで設計試作し、基礎性能評価を行った。

### 2. 方法

SiPM は入射光子以外の要因で生成されたキャリアも同様に増幅され検出される。このパルスがダークカウントパルスで、検出誤差の原因となる。現在までの研究で SOI-SiPM のダークカウントレートが悪いという事が確認されている。その一つの原因として、エッジのあるセル形状に由来する電場不均一性が影響していると考え、エッジのない円形構造の試作を行った(図 1)。

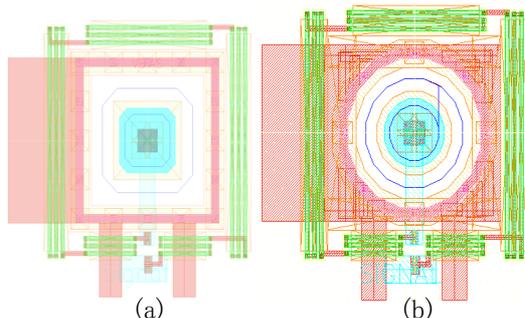
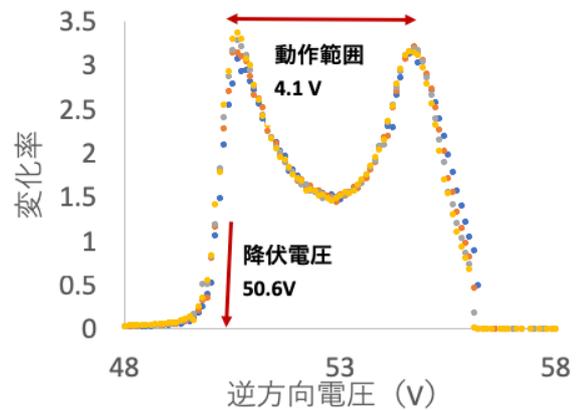


図1. (a)四角形と(b)円形構造

### 3. 結果

図2は SiPM に逆方向電圧を印加し得た IV 特性の結果を用いてカソード電流の変化量を印加電圧で割った変化率をプロットしたものである。円形構造にすることで SiPM の降伏電圧は 48.1V から 50.6V に増加し、ゲインやダークカウントレートの特性を反映する動作電圧範囲は 3.6V から 4.1V に増加していた。電場形状の不均一性が改善されたことで降伏電圧が増加し、ダークカウントレートの抑制に伴う動作電圧範囲の増加が確認されたのだと考えられる。



### 4. 結論

本研究は PET や SPECT へ応用可能なセンサーと読み出し回路一体型の光検出器の開発を目指し、今回の実験では、検出器の性能改善のため構造を変更し、基礎実験を行ったものである。結果より、四角形から円形に変えることで動作範囲は広がったことを確認できた。今後詳細なダークカウントレートの測定を行い、検出器の性能を改善しつつ、読み出し回路を含めた SOI-SiPM の設計に着手する予定である。

### 参考文献

- 1) Bart Dierickx, et al, Sensors 2016, 16, 764;
- 2) Mohamed Atef et. al, IEEE J.Quant.Elect 49-3, 2013