

角丸四角型を用いたアバランシェフォトダイオードの受光面積改善

Improvement of avalanche photodiode fill factor using rounded square layout

長野高専, °秋山正弘, 渡邊信太

NIT, Nagano College, °Masahiro Akiyama, Nobuhiro Watanabe

E-mail: akiyama@nagano-nct.ac.jp

1. 背景・目的

高感度・広ダイナミックを実現するイメージセンサとしてアバランシェフォトダイオード (APD) の利用した研究が進められている[1]. アバランシェ増倍現象の発生には, 高電圧をデバイスに印加する必要があるため様々な高耐電圧化の工夫がされている. 例えば APD のレイアウトを丸型にすることで局所的な電界集中を無くする. これまでに, 三角・四角・丸型のレイアウトを用いた APD を試作し, それらの高耐電圧評価を行ったところ, やはり丸型のレイアウトが優れていることが確認できた[2]. しかし, 丸型は四角型のレイアウトと比較して受光面積が小さくなる問題がある. そこで, 角丸四角型を用いて受光面積改善を評価する.

2. 設計

シミュレータ上で設計した APD の断面図を図 1 に示す. 不純物濃度は N+層を $8 \times 10^{20} \text{cm}^{-3}$, P+層を $3.3 \times 10^{20} \text{cm}^{-3}$, Pwell 層を $2.1 \times 10^{18} \text{cm}^{-3}$, Psub 層を $1 \times 10^{16} \text{cm}^{-3}$ とした. 図 2 に丸型・四角型・角丸四角型レイアウトの上面図を記した.

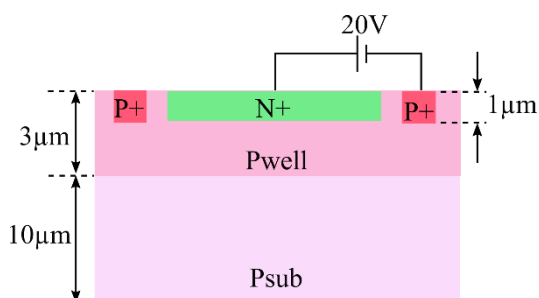
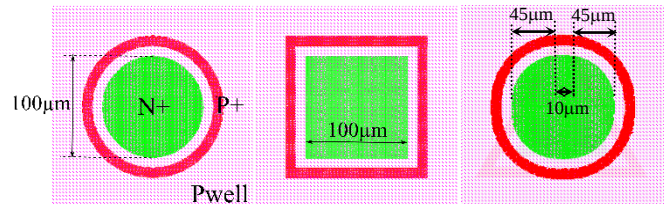


図 1 APD の断面図



(a)丸型 (b)四角型 (c)角丸四角型

図 2 APD レイアウトの上面図

丸型の N+層は幅 100μm 半径が 50μm, 四角型の N+層も幅 100μm, 角丸四角型は半径 45μm の丸型と幅 10μm の四角型を合成した形である.

3. シミュレーション結果・まとめ

図 2(c)の角丸四角型の角における電界強度を評価した結果, 丸型の電界強度と同じであった. また, この角丸四角型の面積は丸型より $407 \mu\text{m}^2$ 大きい. これより電界強度を変えずに受光面積の改善が可能である事を確認できた.

4. 参考文献

- [1] 薄田学, 坂田祐輔, 山平征二, 春日繁孝, 森三佳, 廣瀬裕, 加藤剛久, 田中毅, 「高感度・広ダイナミックレンジを実現する APD-CMOS イメージセンサ」, ITE Technical Report Vol. 40, No. 12, IST2016-11, Mar. 2016.
- [2] Keito Hachiga, Masahiro Akiyama, “Effects of internal angle designs for the breakdown voltages of silicon avalanche photodiode fabricated with 0.6 μm standard CMOS process”, Proceedings of the IIAE International Conference on Intelligent Systems and Image Processing 2017, pp.42-47, 2017.