ZnSe 系有機–無機ハイブリッド型紫外 APD の集積化

Device integration of ZnSe based organic-inorganic hybrid ultraviolet APD

鳥取大学大学院持続性社会創生科学研究科
○藤井 祐太，市川 悠喜，中村 海輝，中川 和樹，吉田 健太郎，宮崎 竜一，
辻 裕哉，山本 隼平，阿部 友紀，市野 邦男，赤岩 和明
Graduate School of Sustainability Science, Tottori University
○Y. Fujii, Y. Ichikawa, K. Nakamura, K. Nakagawa, Y. Yoshida, R. Miyazaki,
Y. Tsuji, S. Yamamoto, T. Abe, K. Ichino and K. Akaiwa
E-mail: M19J4041C@edu.tottori-u.ac.jp

【背景】

紫外光検出器は医療や軍事分野，天文学などの様々な分野での応用が期待されている．現在，紫外線検出器として使用されている光電子増倍管(PMT)は高感度ではあるが，動作電圧が高い，大型集積化が困難である等の問題がある．そこで，ワイドバンドギャップ半導体である GaN，SiC，ZnSe 等を用いたアバランシェフォトダイオード(APD) が PMT の代替として研究されている．本研究では有機導電材料である PEDOT:PSS を APD の窓層とした ZnSe 系有機-無機ハイブリッド構造の紫外 APD の開発を行っている．現在本 APD 素子は他材料の紫外 APD に比べてブレークダウン直前の暗電流が~10 pA/mm^2 と低暗電流で動作電圧が 30 V 程度と低い値となっている[1].

現在，PEDOT:PSS 窓層には Ag ペーストにより Au 線のボンディングを行っているが，これは均一な素子特性を有した集積型デバイス実現の障壁の一つとなっている．そこで，図 2(a)のように外部から PEDOT:PSS へ Au 電極を形成し SU-8 絶縁膜上にボンディングパッドを設けた．

【デバイスプロセスおよび測定結果】

作製した PEDOT:PSS/ZnSSe 有機-無機ハイブリッド構造紫外 APD の素子構造を図 1 に示す．n-GaAs 基板上に MBE 法を用いて i-ZnSSe/n-ZnSSe/n-ZnSe 層を成長させ，スピンコーティングおよびフォトリソグラフィで i-ZnSSe 増倍層上に PEDOT:PSS 窓層を形成した．

図 2(a)に示すように，窓層形成後に SU-8 を PEDOT:PSS 上に絶縁膜上にフォトリソグラフィで形成した．その後 AZ5214E フォトレジストで外部電極のパターニングを行い，EB 蒸着にて Au/Ti 電極を形成した．図 2(b)に集積型 APD デバイスの表面写真を示す．

図 3 に外部電極を形成した素子の逆方向 I-V 特性と増倍率特性を示す．28 V で急峻なアバランシェブレークダウンを示し，最大増倍率は 230 倍程度が得られた．今後は集積型一次元 APD アレイの作製を目指す．

【謝辞】

本研究は，文部科学省科学研究費 基盤研究(C) (No.18K04284)，日本板旭硝子材料工学助成会，及び中国地域創造研究センターの助成及び鳥取ベンチャービジネスラボラトリー協力のもと行った．

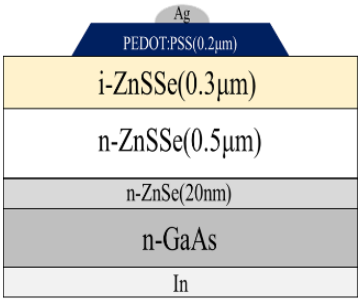

Fig. 1: Device structure of organic-inorganic ZnSe based hybrid APDs.

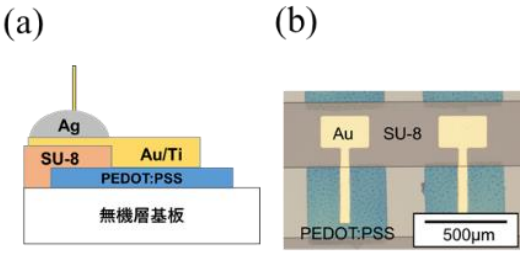

Fig. 2: (a) Schematic structure and (b) surface image of integrated ZnSe based hybrid APDs.

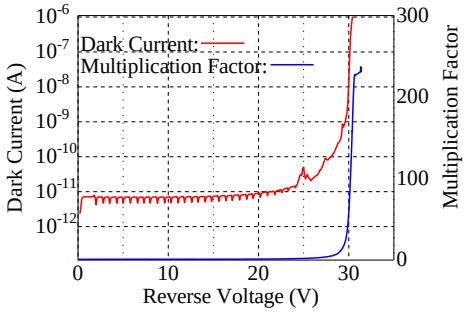

Fig. 3: Dark current and multiplication factor of integrated ZnSe based hybrid APDs.

[1] Y. Ichikawa, et al., Journal of Electronic Materials (2020). https://doi.org/10.1007/s11664-020-07970-w