

高利得 ZnSe 系有機-無機ハイブリッド紫外アバランシェフォトダイオードの開発

Development of high gain ZnSe-based organic-inorganic hybrid ultraviolet avalanche photodiodes

鳥取大学大学院持続性社会創生科学研究科

Graduate School of Sustainability Science, Tottori University

○市川 悠喜, 田中 圭汰, 藤井 裕太, 河原 拓朗, 中川 和樹, 吉田 健太郎,
阿部 友紀, 笠田 洋文, 安東 孝止, 市野 邦男, 赤岩 和明○Y. Ichikawa, K. Tanaka, Y. Fujii, T. Kawahara, K. Nakagawa, K. Yoshida,
T. Abe, H. Kasada, K. Ando, K. Ichino and K. Akaiwa

E-mail : M18J4005C@edu.tottori-u.ac.jp

[背景]

近年, 紫外光検出器は医療や軍事, 天文学など様々な分野で応用されている. 現在, 高感度な紫外光検出器としては主に光電子増倍管(PMT)が使用されているが, PMTは集積化が困難であり, 動作電圧が非常に高いといった問題を抱えている. そこで PMT の代替品として GaN, SiC, ZnSe などのワイドバンドギャップ半導体を用いたアバランシェフォトダイオード(APD)の開発が行われている. 本研究では有機導電材料である PEDOT:PSS を窓層として用いた 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 素子に比べてブレイクダウン直前の暗電流が $\sim 1 \text{ pA/mm}^2$ と低く, 動作電圧も 30V 程度と最も低い値となっている. しかし, 従来のインクジェット法で PEDOT:PSS を塗布する方法では, 素子形状が不均一で膜厚が厚いために吸収損失が大きいという問題点がある. そこで PEDOT:PSS の塗布方法をスピナーコーティングおよびフォトリソグラフィに変更し, プロセスを最適化することで素子形状の均一化と薄膜化を図り, 素子特性の向上を図った.

[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 層を成長させた後, i-ZnSSe 活性層上にスピナーコーティングおよびフォトリソグラフィで PEDOT:PSS 窓層を形成した.

スピナーコーティングおよびフォトリソグラフィで形成した PEDOT:PSS 窓層は, 従来のインクジェット法により形成した場合の厚さ約 $1 \mu\text{m}$ から, $0.2 \mu\text{m}$ 程度に薄膜化され, ゼロバイアス時の最大外部量子効率約 50% から約 80% へ向上した. 図 2 に逆方向 I-V 測定の結果を示す. PEDOT:PSS の塗布方法をインクジェット法からスピナーコーティングおよびフォトリソグラフィにすることで, ブレイクダウン付近での暗電流が 1 桁ほど低下した. 図 3 に増倍率測定の測定結果を示す. インクジェット法の場合では最大増倍率は 90 倍であったがスピナーコート法の場合では最大増倍率が 3000 倍へと大幅に向上した. 最大感度は約 10 A/W であった. 素子特性の解析については当日議論する.

[謝辞]

本研究は, 文部科学省科学研究費 基盤(C) (No.15K04665), 旭硝子財団, および双葉電子記念財団の助成および鳥取大学ベンチャービジネスラボラトリー協力のもと行った.

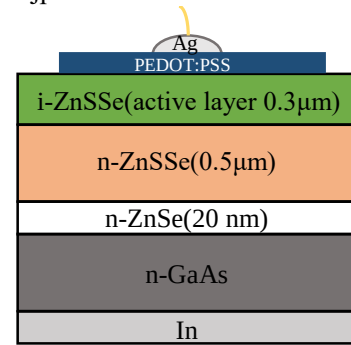


Fig.1 (a) Device structure of organic-inorganic ZnSe based hybrid APD

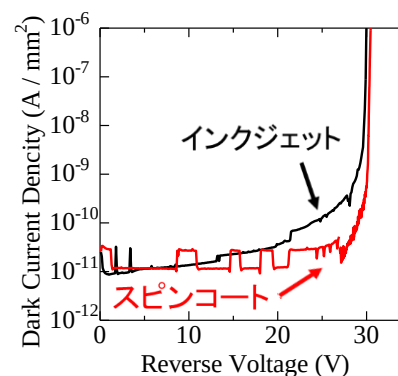


Fig.2 Dark current characteristics of ZnSe based APD

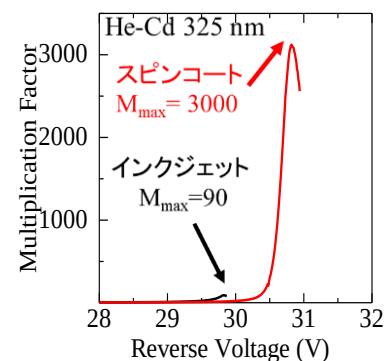


Fig.3 Multiplication factor of ZnSe based APD