微小光学素子を用いた光検出器の性能向上について

Improving performance of photodetectors using nano photonic structures

浜ホト中研　○上野山　聡，大田　良亮

Hamamatsu Photonics K.K.

E-mail: so.uenoyama@hpk.co.jp

シンチレーション検出器のような放射線検出器は通常、シンチレータと光検出器で構成され、光検出器の性能向上は放射線検出器の性能向上につながる。我々は光検出器の性能改善のため、微小構造体であるメタサーフェスに注目した。メタサーフェスは周期・膜厚が波長より小さいナノメートルサイズの微小構造体であり、構造形状を適切に制御することでフラットでありながらレンズ機能（メタレンズ）を実現する新奇な光学材料である。今回の発表では具体的な例として当社の光検出器の製品であるMPPC への実装例について紹介したい。

放射線検出器用の光検出器としてよく用いられる MPPC は Single Photon Avalanche Diode(SPAD)がアレイ状に配列される。各 SPAD に形成されたトレンチ領域はクロストーク抑制には欠かせない領域であると同時に受光感度が低い領域であることも知られている。メタレンズは SPAD に対応した 75μm 角で SPAD と同じ 40×40 個配列することができる。我々はメタレンズを用いてトレンチ領域に入射する光子を各 SPAD の有効感度領域に集めることで MPPC の性能向上を目指した。

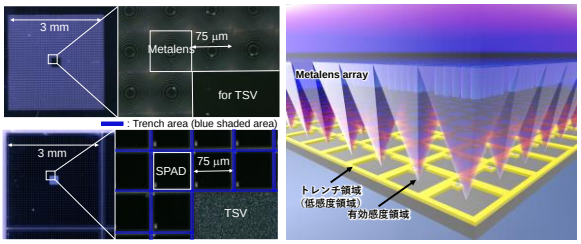

Fig.1 Metalens array and SPAD array

メタレンズにより入射光子を有効感度領域に集光した時と低感度領域に集光した時の MPPC の比較評価結果を示す。低感度領域と比較して有効感度領域集光時の受光感度、時間分解能の明確な向上を確認した(Fig.2)。

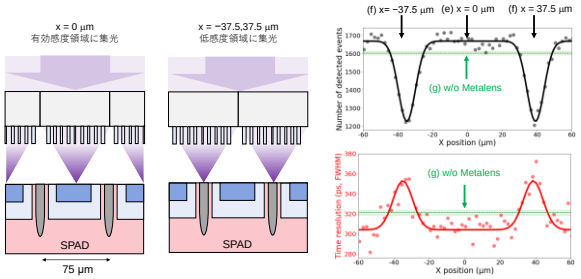

Fig.2 Measurement results depending on focused region

更にメタレンズにより入射光子を有効感度領域に集光した結果、メタレンズが無い時と比較して受光感度は 9.9% (相対値)、時間分解能は 5.6%の有意な向上を確認した（Fig.3）[1]。今後は、メタレンズを SPAD 上に直接形成し、シンチレータと一体型して放射線計測を行う予定である

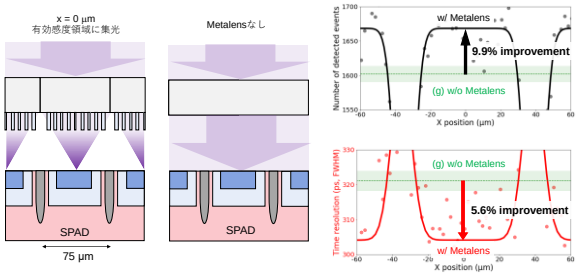

Fig.3 Measurement results comparing with and without metalens

[1] S. Uenoyama and R. Ota, *ACS Photonics*, **8** (6), 1548-1555 (2021)

© 2021年 応用物理学会