

オーバーフィル照射条件でのシリコンフォトダイオードの応答非直線性

Nonlinear response of silicon photodiode under over-filled irradiation

産総研 計測標準 °田辺稔, 木下健一

AIST NMIJ °Minoru Tanabe and Kenichi Kinoshita

E-mail: tanabe-m@aist.go.jp

シリコンフォトダイオード(Si PD)は、ナノワットからミリワットでの光パワーレベル、可視光から近赤外の波長範囲での精密光測定が可能な光検出器の一つである。理想的なSi PDは、そのような広いパワーレベルや様々な入射波長に対しても応答出力が直線的であるが、Si PDの個体によっては、光電流が数十 μA 程度の領域で、応答が増加する非直線性（スーパーニアリティ）を示すことがある。スーパーニアリティは、Si PDで光吸収されて発生したキャリアが、Siバルク内やSi表面で再結合されずに光電流となって検出され、応答度が正味増加する現象である。これまでの研究では、Si PDの受光面積より小さなレーザビーム径での照射条件（アンダーフィル照射条件）において、あるSi PDのスーパーニアリティの評価や理論的な解析が実施されてきた[1,2]。ところが、Si PDへの光入射条件は、用途によって様々であるため、その全てがアンダーフィル照射条件ではない。そこで、本研究では、Si PDの受光面積より大きなレーザビーム径での照射条件（オーバーフィル照射条件）における、Si PDの応答非直線性の評価技術の開発と実測を行った。

これまでのアンダーフィル照射条件における応答非直線性の評価技術を応用し、あるSi PDに対して、レーザ波長405 nmでのオーバーフィル照射条件における応答非直線性の測定を実施した。オーバーフィル照射条件とアンダーフィル照射条件の応答非直線性の比較を図1に示す。図1は、Nonlinearityが0の時、応答が直線であることを示している。図1の比較結果から、光電流1 μA までは同じ値のスーパーニアリティ現象であったが、それ以上の光電流値ではオーバーフィル照射条件でスーパーニアリティの値が急激に増加する現象が観測された。この結果は、波長405 nmではSiの吸収長が0.1 μm であるため、キャリアの表面再結合がスーパーニアリティ現象の発生の主要因である。また、オーバーフィル照射条件で急激に増加する原因として、Si PDの電極付近におけるキャリアの再結合ロスが大きく影響していると考えられる。現在、この要因を検証するため、Si PD中央付近とSi PDの電極付近における応答非直線性の実測の比較検討を実施中である。

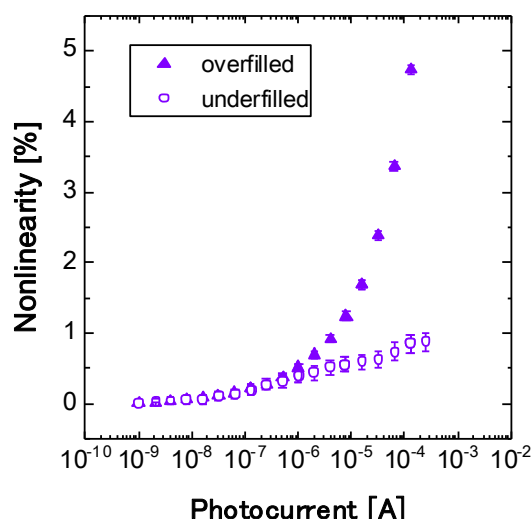


図1 波長 405 nm におけるオーバーフィル照射とアンダーフィル照射での応答非直線性の比較

[1] M. Tanabe et al, Applied Optics Vol. 54, Issue 36, pp.10705-10710 (2015).

[2] M. Tanabe et al, Applied Optics Vol. 55, Issue 11, pp. 3084-3089 (2016).