シリコンフォトダイオード応答非直線性の波長依存性の予測に向けた実験的・理論的考察

Experimental and Theoretical Study on Spectral Nonlinearity Prediction for Silicon Photodiodes

産総研 計測標準 °田辺稔，雨宮邦招，沼田孝之，福田大治
AIST NMIJ °Minoru Tanabe, Kuniaki Amemiya, Takayuki Numata, Daiji Fukuda
E-mail: tanabe-m@aist.go.jp

シリコンフォトダイオード(Si-PD)は、紫外光から近赤外の波長域、10桁程度のパワー範囲まで計測可能であるため、光パワー検出器の一つとして広く利用されている。このような広いパワー範囲で正確に計測するためには、使用波長帯においてSi-PDが直線性を有することが必要になる。ところが、長波長では入射パワーに対する光電流の比が一定にならず、Si-PDによっては μW 程度以上のパワーにおいて数%から数十%光電流が増加する非直線性（スーパーリニア現象）を示すことがある。本研究では、以上の様な非直線性を理論的に定量・予測することを目的に研究を進めている。

これまでの研究において、市販のSi-PDに対して近赤外波長帯域での非直線性の測定を実施し、またSi-PDの内部構造（各層の厚さやドープ量）をパラメータにした内部量子効率の理論モデル[1]に基づき計算した非直線性の結果を上記実測結果と比較して、その妥当性の検証を実施してきた[2]。今回、そのモデルをスーパーリニアの理論モデルに改良し、内部構造パラメータの実測データを導入し、パラメータを固定して計算した結果と波長依存性の実測結果と比較した。その結果、図1 (a), (b)に示すように850 nm以下の波長では理論モデルと一致するが、980 nmの波長では完全には一致しない結果となった。また、光吸収が深部までおこる980 nmに対して、逆バイアスをかけ空乏層を広げた時の非直線性測定結果と理論モデルとの比較の結果、逆バイアスを印加するほどスーパーリニアは減少し、その傾向は理論モデルと一致した。図1(c)に示す。以上の結果は、Si-PDの構造パラメータと数点の波長での非直線性測定で、応答非直線性を理論的に予測できる可能性を示唆している。発表では、以上の比較検討結果の詳細について報告する。

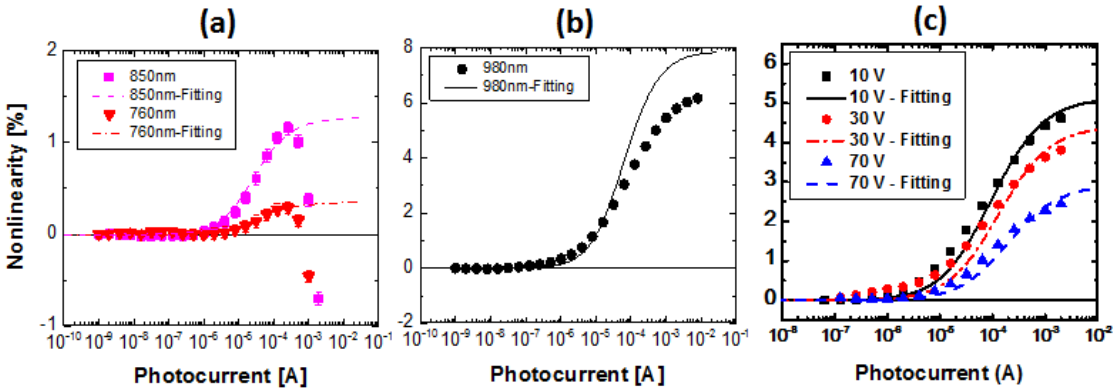

図1 Si-PDの応答非直線性と理論モデルとの比較結果：(a) 760 nm, 850 nm, (b) 980 nm, (c) 980nmの逆バイアス印加

参考文献：[1] A. Ferrero et al. ,　Appl. Opt. Vol. 44 p.208 (2005)., [2] 田辺他、2015年春季応物講演会 13a-P6-9

© 2015年 応用物理学会