

レーザーパルスを用いた CdTe 放射線検出器のキャリア移動特性計測とバンド構造解析

Evaluation of band structure in CdTe radiation detector

by carrier transfer characteristic using laser pulses

静岡大院¹, 静大電研², °坂井田 晃平¹, 中川 央也², 岡 賢治¹, 増澤 智昭^{1,2}, 伊藤 哲^{1,2}, 青木 徹^{1,2}

Shizuoka Univ.¹, RIE Shizuoka Univ.²

°Kohei Sakaida¹, Hisaya Nakagawa¹, Kenji Oka¹, Tomoaki Masuzawa^{1,2}, Tetsu Ito^{1,2}, Toru Aoki^{1,2}

E-mail: sakaida.kohei.14@shizuoka.ac.jp

1. 緒言

CdTe 放射線検出器は長時間の連続動作により性能が劣化するポーラリゼーションと呼ばれる現象が報告されている。本現象はポッケルス効果を利用した測定^[1]や、I-V 測定による検証^[2]が試みられているが、詳細なモデルは未だに議論されている。我々は、レーザーパルスを用いて半導体放射線検出器において重要なキャリア移動特性の観点からこの現象の解明を試みている。本研究では、出力波形の立ち上がり時間に着目することでキャリア移動特性の位置依存について検討を行い、立ち上がり時間が顕著に変化する位置より空乏層幅及びアクセプタ濃度の推定を行った。

2. 実験方法

厚さ 0.05 cm の In/CdTe/Pt ショットキー検出器に逆バイアス電圧を印加し、劈開面にレーザーパルス（波長:850 nm, パワー:10 nW, 周期:500 Hz）を照射した。発生した電荷をプリアンプによって増幅、出力波形をオシロスコープによって平均化し、得られた出力波形が 10% から 90% に増加するのに要した時間を立ち上がり時間 t_r として測定を行った。測定は In 側（陽極, $z = 0$ ）から Pt 側（陰極, $z = 0.05$ ）の方向に照射位置を変更することで内部電界分布を反映した出力波形を得た。

3. 実験結果

Fig.1 に各印加バイアス電圧 V_R での照射位置による t_r の変化を示す。 V_R の増加に伴い、 t_r が遅くなる位置が変化した。 $V_R = 50, 100, 200$ V でそれぞれ $z = 0.02, 0.03, 0.035$ cm 付近で急激に t_r が遅くなった。この急激に t_r が変化する位置は空乏層境界で電界が弱くなる点であり、陽極からこの位置までを空乏層幅 z_d と捉えた。 z_d の V_R 依存性は式 (1) により計算される。

$$z_d = \sqrt{\frac{2\varepsilon(V_D + V_R)}{qN_a}}, \quad (1)$$

ここで ε は CdTe の誘電率、 V_D は拡散電位、 q は電荷素量である。アクセプタ濃度 N_a を変えて計算した結果を Fig.2 に線で示す。測定結果（黒丸）との比較により、アクセプタ濃度は 1.5×10^{12} (cm^{-3}) であると推定された。これらの結果から、キャリア移動特性により半導体放射線検出器のバンド構造解析を行う事ができ、本手法が、ポーラリゼーション下での CdTe 放射線検出器のキャリア移動特性評価において有効であると考えられる。詳細な結果は講演で議論する。

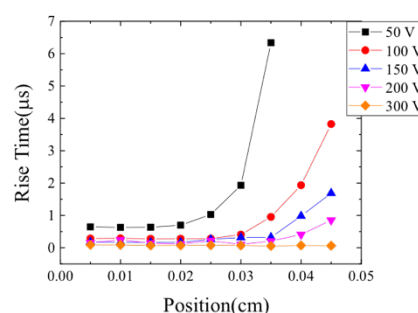


Fig.1 The applied bias voltage dependence of the rise time obtained by the scanning from anode side (0 cm) to cathode

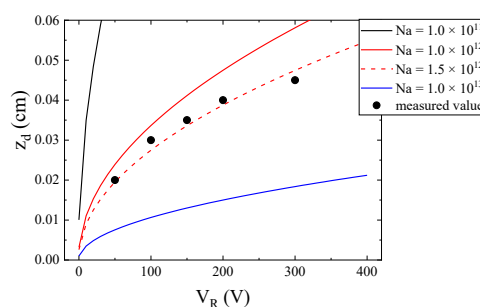


Fig.2 Calculated (lines) and measured (symbols) z_d as a function of applied bias voltage V_R

[1] A. Cola and I. Farella, Appl. Phys. Lett. 94, 102113 (2009) [2] H. Toyama, et al., Jpn. J. Appl. Phys. 45, 8842 (2006)