

\*課題番号 : F-12-NM-0053  
 \*支援課題名 (日本語) : 赤外線受信素子の高感度構造の作製  
 \*Program Title (in English) : Formation of high-sensitive structure for infrared receiving devices  
 \*利用者名 (日本語) : 伊藤 忠  
 \*Username (in English) : Tadashi Ito  
 \*所属名 (日本語) : 株式会社豊田中央研究所  
 \*Affiliation (in English) : TOYOTA CENTRAL R&D LABS., INC.

概要 (Summary) :

アンテナと整流器とを結合した構造の赤外線受信素子は高感度・小型素子として期待される<sup>1)</sup>。整流器は高速動作が必要なため、MIM ダイオードとし、寸法として数 100 nm の微細加工が必要となる。本課題では、電子線描画によるナノ加工と原子層層堆積 (ALD) 法による絶縁膜形成によって、赤外線素子として高感度が期待できる MIM 構造を作製した。

実験 (Experimental) :

**【利用した主な装置】**

- ・電子線描画装置
- ・原子層堆積装置
- ・蒸着装置

**【実験方法】**

酸化膜が形成された Si 基板上的の 1 対の Au パッド電極の一方に接触するように Ni のアンテナと伝送線を電子線描画とリフトオフ法で形成した。次に、原子層堆積 (ALD) 法で Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 膜を形成した。最後に、他方の Au パッド電極に接触するように Al または Ni のアンテナと伝送線を電子線描画とリフトオフで形成した。このとき、両者の金属パターンが Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 層をはさんで一辺 300 nm の正方形で重なるようにし、この部分を MIM ダイオードとした。図 1 は赤外線素子の走査電子顕微鏡 (SEM) 写真である。

電流電圧曲線の 2 階微分  $d^2I/dV^2$  の最大値が赤外線感度に比例<sup>2)</sup>することを利用して感度を推定した。

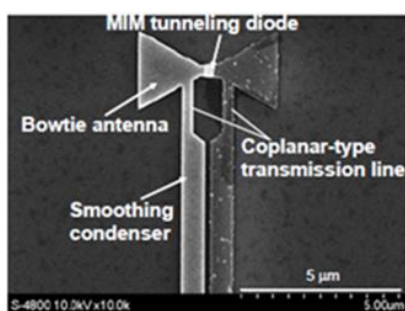


図 1. 試作した赤外線受信素子の SEM 写真

結果と考察 (Results and Discussion) :

1 層目の Ni 層の厚さと ALD の堆積回数を最適化し、かつ 2 層目の金属を Ni とすることにより、図 2 に示すように、 $d^2I/dV^2 = 1.8 \text{ mA/V}^2$  が得られた。この値は世界トップレベルの値である<sup>1)</sup>。得られた  $d^2I/dV^2$  の値から推定される赤外線受信素子の感度は 54 mA/W である。

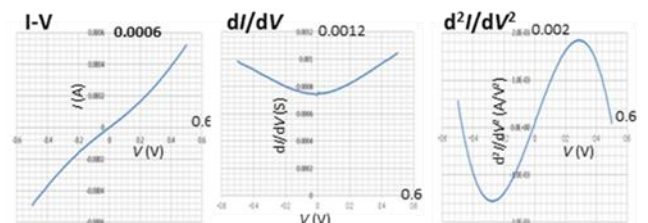


図 2. MIM ダイオードの電流電圧曲線

その他・特記事項 (Others) :

今後、ノイズの少ない赤外線応答測定系を構築し、今回推定された感度を実証してゆきたい。

参考文献

- 1) J. A. Bean *et al.*, IEEE J. Quantum Elect., 47 (2011) 126.
- 2) A. Sanchez *et al.*, J. Appl. Phys. 49 (1978) 5270.

用語説明

MIM ダイオード: 金属/絶縁膜/金属 (metal-insulator-metal) 構造のトンネルダイオード。

共同研究者等 (Coauthor) :

- 宮崎毅 (豊田合成株式会社)
- 黒崎潤一郎 (豊田合成株式会社)
- 竹田康彦 (株式会社豊田中央研究所)

論文・学会発表 (Publication/Presentation) :

T. Ito, J. Kurosaki, T. Miyazaki, D. Tsuya, H. T. Miyazaki, N. Ikeda, Y. Sugimoto, Y. Takeda and T. Motohiro, "Antenna-Coupled Al/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/Ni Tunneling Diodes for Infrared Detection," *IUMRS-Int. Conf. Electronic Materials (IUMRS-ICEM 2012)*, 23-28 Sept., 2012.