

赤外イメージングによる量子ドットアレイセンサの評価

The Evaluation of QDIP Array Sensor by Infrared Imaging

NEC スマエネ研¹, NEC もの統本², 東大ナノ量子機構³, 東大生研⁴

○黄晨暉¹, 田中朋¹, 各務悠太^{1,3}, 角田雅弘³, 渡邊克之⁴, 井上晴², 難波兼二²,
五十嵐悠一^{1,3}, 田能村昌宏¹, 南部芳弘^{1,3}, 山本剛^{1,3}, 萬伸一^{1,3}, 荒川泰彦^{3,4}

NEC SE Labs¹, NEC MI Division², NanoQuine³, IIS the Univ. of Tokyo⁴,

°C. Huang¹, T. Tanaka¹, S. Kagami^{1,3}, M. Kakuda³, K. Watanabe⁴, S. Inoue², K. Nanba²,
Y. Igarashi^{1,3}, M. Tanomura¹, Y. Nambu^{1,3}, T. Yamamoto^{1,3}, S. Yorozu^{1,3}, Y. Arakawa^{3,4}

E-mail: c-huang@ay.jp.nec.com

1. はじめに

熱赤外イメージング技術は産業、医療、資源探索などの分野に応用されており、更なる高感度が要求されている。近年量子ドット赤外線検出器 (Quantum Dot Infrared Photodetector: QDIP) は高感度かつ低暗電流な赤外線検出器として研究され、我々のグループは近接障壁層構造を持つ単素子 QDIP の比検出能 D^* の向上を確認した[1]。本研究ではその構造を採用した波長 $5.5 \mu\text{m}$ の赤外光に対して感度ピークを持つ QDIP によりアレイセンサ (Focal Plane Array: FPA) を製作し、画像取得をするための性能評価およびイメージングを行った。

2. FPA の作製

図 1 に実装した FPA の写真を示す。FLIR 社製読み出し回路 (ROIC) ISC9705 の仕様に合わせ、センサ素子の仕様をピッチ $30 \mu\text{m}$ 、画素サイズ $24 \mu\text{m}$ 角、素子数 256×320 と設定した。FPA と ROIC をフリップチップボンディング手法で貼り合わせ、接続パンプ金属には In を採用した。

3. FPA の性能評価

FPA で生成する赤外画像は Pulse Instrument 社製の画像取得システムによって取得され、標準面光源黒体炉の赤外画像を用いて FPA の温度分解能 (Noise-equivalent temperature difference: NETD) とオペラビリティ (素子正常動作率) の評価を行った。F/#=2 のレンズを用い、光学系の結像倍率は 0.6 倍である。評価は FPA を液体窒素温度に冷却して行われた。黒体放射面を撮像した際の実出力ヒストグラムから中心値 V_0 および全素子出力の標準偏差 σ を求め、 $V_0 - 2\sigma$ 以下と $V_0 + 2\sigma$ 以上の素子をそれぞれオープン素子とショート素子と定義した。オープン素子とショート素子を除いたオペラビリティはおよそ 94% である。図 2 に正常動作素子の 300 K のターゲットに対する NETD のヒストグラムを示す。これに基づいて計算した FPA の NETD は 682 mK であり、ピークの半値幅は 190 mK である。

4. FPA の画像評価

画質を向上させるために FPA 素子特性の不均一性補正を行った。黒体の高・低温画像と生画像を利用し、前述したオペラビリティと NETD データに基づいて二点 NUC (Non-uniformity Correction) と欠損素子補正を行った。図 3 に補正前 (左図) と補正後 (右図) の約 670 K の半田ごての画像を示す。我々が製作した FPA を用いて赤外画像の取得が十分可能であることがわかる。

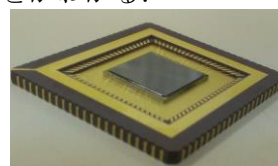


図 1 FPA の概要

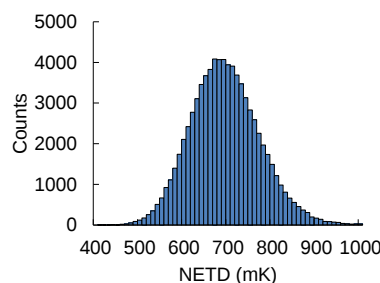


図 2 NETD のヒストグラム

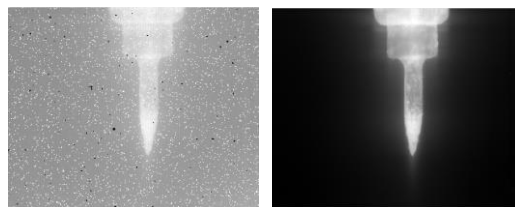


図 3 補正前後の半田ごての熱画像

謝辞 本研究は文部科学省イノベーションシステム整備事業により遂行された。

参考文献

- [1] 各務他、第 61 回応用物理学会春季学術講演会 18a-F9-5 (2014)。