

## 拡散反射構造による量子ドット赤外線検出器の比検出能向上 Improved Specific Detectivity of a QDIP by diffractive reflector structure.

NEC システムプラットフォーム研<sup>1</sup>, 東大ナノ量子機構<sup>2</sup>

五十嵐悠一<sup>1,2</sup>, 澁谷泰蔵<sup>1,2</sup>, 角田雅弘<sup>2</sup>, 北川佳廣<sup>1,2</sup>, 佐藤哲朗<sup>1,2</sup>,  
澁谷明信<sup>1,2</sup>, 白根昌之<sup>1,2</sup>, 荒川泰彦<sup>2</sup>

NEC System Platform Research Laboratories<sup>1</sup>, NanoQuine, The Univ. of Tokyo<sup>2</sup>

°Y. Igarashi<sup>1,2</sup>, T. Shibuya<sup>1,2</sup>, M. Kakuda<sup>2</sup>, Y. Kitagawa<sup>1,2</sup>, T. Satoh<sup>1,2</sup>,

A. Shibuya<sup>1,2</sup>, M. Shirane<sup>1,2</sup>, Y. Arakawa<sup>2</sup>

E-mail: [y-igarashi@bp.jp.nec.com](mailto:y-igarashi@bp.jp.nec.com)

**はじめに** 量子ドット赤外線検出器 (Quantum Dot Infrared Photodetector: QDIP) は、量子ドットの 3 次元の強いキャリア閉じ込めにより、低暗電流で垂直入射光に感度を持つ波長選択性のある赤外線検出器として研究されてきた。これまで我々は、赤外線検出器の性能指標である比検出能  $D^*$  を向上させるため、AlGaAs 近接障壁層の導入など量子ドットを含む半導体構造を工夫することに加えて、素子表面の金属電極に周期的な円形開口を設けたプラズモンアンテナを作製して  $D^*$  を向上させる試みを行ってきた[1]。今回我々は、多画素化 (焦点面アレイ化) を見据えて素子裏面から赤外線が入射する場合を想定して、入射面と反対側となる素子表面の電極に周期的円柱配列を設けた拡散反射構造[2]により QDIP の  $D^*$  向上を試みたのでその結果について報告する。

**実験** QDIP の素子作製に用いた半導体ウエハは MBE 装置によって GaAs(001) 基板上に成長された。受光層は QD 層と InGaAs 量子井戸層を AlGaAs 近接障壁層で挟んだ構造を、GaAs 中間層を隔てて 10 層積層した構造である。このウエハに対して、i 線露光装置により周期円配列パターンをパターニングし、ICP ドライエッチング装置により円柱配列を形成した (Fig.1 参照)。その後、円柱パターンの領域が 300  $\mu\text{m}$ - $\phi$  の画素上部領域となるようにウェットエッチングによってメサ構造を作製し、フォトリソグラフィと抵抗加熱蒸着により上下オーミック電極を作製した。作製した GaAs チップの裏表を反転させて素子裏面から赤外線を入射して、受光感度と分光感度および赤外線非入射時のノイズ電流を測定した。これらの測定結果を用いて分光比検出能 (分光  $D^*$ ) を算出し、拡散反射構造のある試料とない試料とで比較した。

**結果** まず複数の円柱周期の異なる試料を作製して、それらの分光  $D^*$  を評価した。拡散反射構造のある試料とない試料の分光  $D^*$  の比較により、拡散反射構造による分光  $D^*$  増強ピーク波長が円柱周期にほぼ線形に依存することが分かった。続いて、拡散反射構造による増強ピーク波長と QDIP 自体の感度ピーク波長を一致させたところ、分光  $D^*$  が最大で 1.6 倍に向上することを確認した。

**謝辞** 本実験で作製した周期円柱配列構造は、産業技術総合研究所 ナノプロセス施設の i 線露光装置と物質・材料研究機構 微細加工プラットフォームのドライエッチング装置を用いて作製された。

### 文献

- [1] 各務他、第 76 回応用物理学会秋季学術講演会 15a-1E-9 (2015).  
[2] K. K. Choi et al., Appl. Phys. Lett. **103**, 201113 (2013).

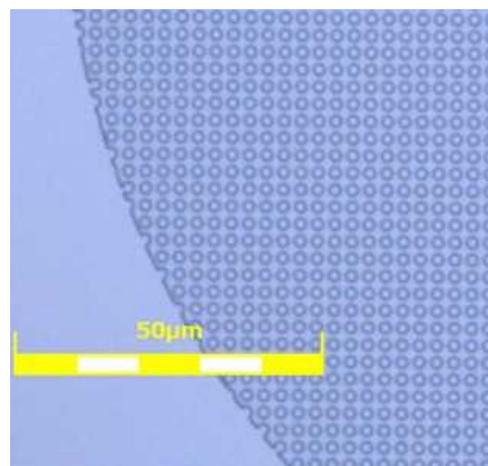


Fig.1 Laser microscope image of the circle-array pattern on a surface of a GaAs chip.