

## 電荷敏感型赤外光子検出器(CSIP)の量子効率向上に向けて

### Toward an improvement in the quantum efficiency of Charge-Sensitive Infrared Phototransistors (CSIP)

東大生研<sup>1</sup>, 東大総文<sup>2</sup>, 情通研<sup>3</sup> ○金 鮮美<sup>1</sup>, 小宮山 進<sup>2,3</sup>, Mikhail Patrashin<sup>3</sup>, 寶迫 巖<sup>3</sup>, 梶原 優介<sup>1</sup>

IIS, Univ. of Tokyo<sup>1</sup>, Dept. Basic Sci., Univ. of Tokyo<sup>2</sup>, NICT<sup>3</sup> ○Sunmi Kim<sup>1</sup>, Susumu Komiyama<sup>2,3</sup>, Mikhail Patrashin<sup>3</sup>, Hosako Iwao<sup>3</sup>, Yusuke Kajihara<sup>1</sup>

E-mail: kimsunmi@iis.u-tokyo.ac.jp

電荷敏感型赤外光子検出器(CSIP:Charge Sensitive Infrared Phototransistor)は2重量子井戸構造を用いた10~50  $\mu\text{m}$ の波長領域での超高感度検出器である[1]。CSIPはNEP(Noise Equivalent Power)が $7 \times 10^{-20} \text{W/Hz}^{1/2}$ を示すなど大変優れた特徴を持つが、現在唯一従来型検出器に及ばないのが、7%程度に止まる量子効率(全入射フォトン数に対する信号に寄与するフォトン数の比率)である[2]。本研究では応用可能性を拡大するため、量子効率の向上に向けてアンテナ構造の最適化を目指している。

CSIPの量子効率は、(i)入射したフォトンがサブバンド間遷移によって吸収される確率と、(ii)励起された電子が、下の量子井戸までTrapされずに到達する確率で決まる。(i)は量子井戸中2次元サブバンド間の光励起のため量子井戸面に垂直な電場成分が必要であることからアンテナ構造に依存し、(ii)は結晶品質に依存する。

本研究では、アンテナ構造の改善に着目し、表面Plasmonによる顕著な電場増強効果が期待される、Nanogapアンテナ構造を新たに導入した[3]。作製したNanogapアンテナ構造は、幅10  $\mu\text{m}$ , 3~15  $\mu\text{m}$ のさまざまな長さを持つ形で、CSIPのMesa構造の段差を利用してAuの斜め蒸着により最小25 nmのgapを作製した。結果は、16%にいたる量子効率の向上を示し、従来値の2倍の改善を実現した。今回測定した試料では、検出器面積の一部しか励起しない構造のため、素子形状を最適化すればさらなる改善が期待される。

さらに、同じ結晶に作成した、従来型アンテナ(Metal hole arrayのPhotocoupler)を持つ参照試料の結果も量子効率の15%までの改善が見られ、結晶品質の向上による効果(ii)も重要であることがわかった。検出器のチャンネル幅、アンテナの長さ、nanogapサイズ等による検出特性への影響を評価している。

[1] S. Komiyama, *IEEE J. Sel. Top. Quan. Electron.* Vol. 17, pp.54-66 (2011).

[2] P. Nickels et al., *IEEE J. Quantum Electron.*, vol. 46, no.3, pp. 384-390 (2010).

[3] D.R. Ward, et. al., *Nat. Nanotech.*, 5, 732 (2010)