20a-A22-1

## ナノダイポールアンテナを用いた超伝導中赤外光検出器の検討

Study on Mid-Infrared Superconducting Photo-detectors with Nano-dipole-antennas

堀川隼世<sup>1,2</sup>,川上 彰<sup>2</sup>,兵頭政春<sup>3</sup>,田中秀吉<sup>2</sup>,武田正典<sup>4</sup>,島影 尚<sup>1</sup> 茨城大院理工<sup>1</sup>, 情報通信研究機構<sup>2</sup>, 金沢大理工<sup>3</sup>, 静岡大院工<sup>4</sup> J. Horikawa<sup>1,2</sup>, A. Kawakami<sup>2</sup>, M. Hyodo<sup>2</sup>, S. Tanaka<sup>2</sup>, M. Takeda, and H. Shimakage<sup>1</sup>

Ibaraki Univ.<sup>1</sup>, NICT<sup>2</sup>, Kanazawa Univ<sup>3</sup>., Shizuoka Univ.<sup>4</sup>

Email: 12nd109l@hcs.ibaraki.ac.jp

中赤外光領域はすでに InSb, HgCdTe 光導電 素子など優れた検出器が実現されているが. 高速性・高機能化に於いては更なる性能向上が 望まれている. 一方, THz 領域では薄膜アンテ ナを利用した準光学 HEB の研究開発が進めら れており、我々も動作周波数3.1 THzに於いて、 ミキサ雑音温度 1930 K (DSB)の高速・低雑音 受信器を報告している. そこで中赤外領域での 準光学 HEB 構造を検討,高速性・高機能中赤 外光検出器の開発を目指している.既に中赤外 光領域において,アンテナインピーダンスなど の基礎特性を評価しており[1],今回,試作し た中赤外光検出器を用いて波長 4.9 µm の光照 射に対する応答特性を評価したので報告する.

図1に中赤外光検出器(以下光検出器)を構 成するナノダイポールアンテナ及び超伝導検 出部の概略図を示す.長さ2400 nm,幅 200 nm のアンテナ(設計波長 7 um)を, 膜厚 50 nm の Al 薄膜で構成し、その給電部に膜厚 5.9 nm, 幅,長さ共に 200 nm に設定した微小 NbN 超伝 導ストリップ(以下検出部)を配置した. 試作 した光検出器の顕微鏡写真を図 2(a), (b)に示す. 本素子は、45 個の光検出器を直列に接続して おり, その I-V 特性を図 2(c)に示す. 光検出器 の数に相当する臨界電流の飛びを確認,各検出 部の抵抗値(R<sub>Load</sub>)は約 78 Ω であった.

本アンテナの受光効率は,給電部の負荷抵抗 とアンテナインピーダンス(Zant.)との反射係数 (|S<sub>11</sub>|<sup>2</sup>)に依存する. R<sub>Load</sub> と電磁界解析シミュレ -タ(SONNET)を用いて計算した Z<sub>ant.</sub>から|S<sub>11</sub>|<sup>2</sup> を計算した結果,波長 4.9 µm に於いても十分 な吸収が得られると予想した(図3参照). そこ で、本光検出器の波長 4.9 µm に対する光応答 を確認する為,図4に示す評価系を構築した. 光源には波長 4.9 um の量子カスケードレーザ (QCL)を用い、光検出器に自由空間で照射, I-V 特性からアンテナの偏波面依存性を評価する. 光検出器に入射する光の偏波面を制御する為, 光源からは45度で照射、途中の偏光板により 0 度又は 90 度に設定する.光源からの照射光 以外の光を減らす為, 50K シールドに Long Wave Pass フィルター (遮断波長 2.4 µm) を配 置した. 図 5 に波長 4.9 µm に対する I-V 特性 の照射光偏波面依存性を示す. 図より, アンテ ナ給電点に配置した超伝導 NbN ストリップの 光応答により,アンテナの明確な偏波面依存性 を確認した.

【謝辞】本研究の一部は科学研究費補助金(24360142), (25630156)の助成を受けたものである.

[1] A. Kawakami et al., IEEE Trans. Appl. Supercond., vol. 21, pp. 632-635, 2011.



Fig. 1. Schematics of mid-infrared detector



Fig. 2. Micrograph of mid-infrared detector and I-V characteristic of the detector.





Fig. 4. Experimental setup for polarization dependence measurement of mid-infrared detector.



