

## 60 GHz 帯ミリ波アンテナ集積量子井戸位相変調器の 実現に向けたボウタイアンテナの設計

Bowtie Antenna Design for 60 GHz Band Millimeter-Wave Antenna Coupled Optical Phase Modulator

横国大院工<sup>1</sup> ◯根本 匠<sup>1</sup>, 荒川 太郎<sup>1</sup>

Graduate School of Eng., Yokohama National Univ.<sup>1</sup> ◯Takumi Nemoto<sup>1</sup>, Taro Arakawa<sup>1</sup>

E-mail: nemoto-takumi-bk@ynu.jp, arakawa-taro-vj@ynu.ac.jp

【はじめに】 近年の情報通信社会の世界的発展に伴い、無線通信の高速化が求められている。その中で注目を集めているのが、通信速度に優れた 60GHz 帯ミリ波を用いた無線通信である。しかし、ミリ波は遮蔽物の影響を受けやすく、大気中での減衰が大きい。そのため、ミリ波を長距離通信に用いる際には、ミリ波を光信号に変換して伝送する光ファイバ無線 (RoF) 技術の利用が必要である。この技術において、アンテナ一体型の光変調器の存在が求められる。先行研究では、Silicon-on-Insulator (SOI) 基板を用いたボウタイアンテナ集積光位相変調器[1]や、InP 量子井戸を用いた方形パッチアンテナ集積光位相変調器[2]が実証されている。

そこで本研究では、60 GHz 帯ミリ波に対応したボウタイアンテナと量子井戸を集積したアンテナ集積光位相変調器の実現を目指し、ボウタイアンテナの設計・最適化を行った。

【デバイス構造】 Fig.1 は、デバイスの概要図である。導波路層には PIN 構造を導入している。これにより、コア層である真性半導体層に集中的に電界を印加できる。また、導波路周囲を BCB で囲んでいる。これにより、アンテナで生じた電界を導波路に効率的に印加できる。また、導波路のコア層には 1.55  $\mu\text{m}$  帯で動作する InGaAs/InAlAs 5 層非対称結合量子井戸 (FACQW) を組み合わせたものを採用している。FACQW は、量子閉じ込めシュタルク効果 (QCSE) による大きな屈折率変化と低吸収損失特性が得られる[3]。アンテナには、ボウタイアンテナと方形パッチアンテナを連結したものの[1]を採用している。

【アンテナ設計】 有限要素法シミュレータ (HFSS) による電磁界解析を行った。解析では、ボウタイアンテナ長  $L$ 、頂点部の角度  $\alpha$ 、そして変調部長  $W$  に着目し、入射波電界  $E_0$  に対するコア層への印加電界  $E_z/E_0$  と、 $E_z/E_0$  が最大になるときの周波数  $f_p$  を調査した。そして、Fig.2 のような解析結果をもとにアンテナ形状の設計を行った。さらに、設計アンテナと方形パッチアンテナ[2]における 60~65 GHz 間の  $E_z/E_0$  を比較した。

その結果、Fig.3 のように設計アンテナが方形パッチアンテナよりも、全ての区間において  $E_z/E_0$  が大きいいため、設計アンテナの優位性を示すことに成功した。

### 参考文献

- [1] X. Zhang *et al.*, J. Light. Technol. **32**, 3774 (2014).  
[2] Y. Miyazeki *et al.*, Opt. Express **28**, 11583 (2019).  
[3] T. Arakawa *et al.*, Jpn. J. Appl. Phys. **50**, 032204 (2011).

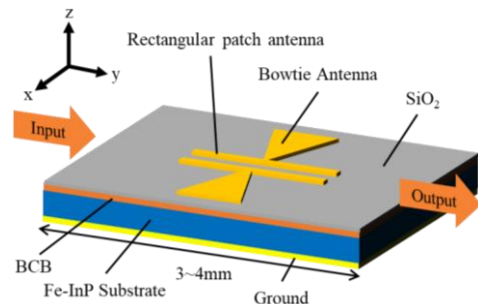


Fig.1. Schematic view of proposed phase modulator

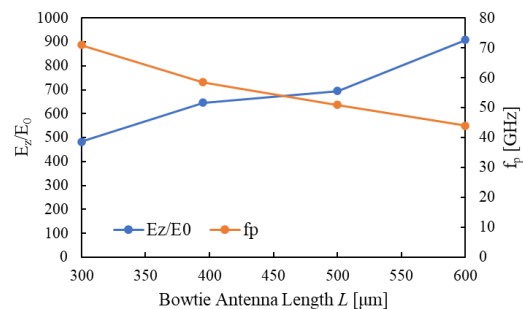


Fig.2.  $E_z/E_0$  and  $f_p$  as functions of  $L$  ( $\alpha = 60^\circ$ ,  $W = 700 \mu\text{m}$ )

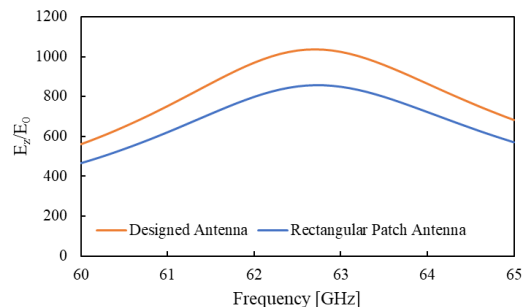


Fig.3. Comparison between Designed Antenna and Rectangular Patch Antenna ( $L = 450 \mu\text{m}$ ,  $\alpha = 30^\circ$ ,  $W = 300 \mu\text{m}$ )