

# ミリ波帯 Radio over fiber のための平面アンテナを集積した InGaAs/InAlAs 多重量子井戸光変調器の変調特性評価

## InGaAs/InAlAs multiple quantum well optical modulator integrated with planar antenna for 60-GHz band radio over fiber technology

横国大院工<sup>1</sup>, 三重大院工<sup>2</sup> ○宮関勇輔<sup>1</sup>, 横橋裕斗<sup>2</sup>, 児玉将太郎<sup>2</sup>, 村田博司<sup>2</sup>, 荒川太郎<sup>1</sup>  
Yokohama Nat'l Univ.<sup>1</sup>, Mie Univ.<sup>2</sup>, <sup>○</sup>Yusuke Miyazeki<sup>1</sup>, Hiroto Yokohashi<sup>2</sup>, Shotaro Kodama<sup>2</sup>,  
Hiroshi Murata<sup>2</sup>, Taro Arakawa<sup>1</sup>  
E-mail: miyazeki-yusuke-tf@ynu.jp

### 1. 研究背景

ミリ波帯 Radio over fiber 技術のため、ニオブ酸リチウム (LN)<sup>[1]</sup> や非線形光学ポリマ<sup>[2]</sup> をベースにしたアンテナ集積光変調器が報告されている。これらはポッケルス効果を用いて動作するが、小型化や変調効率の向上に限界がある。そこで本研究では、InP 系アンテナ集積光変調器を開発した。本変調器は、導波路コア層に用いた 5 層非対称結合量子井戸 (FACQW)<sup>[3]</sup> の量子閉じ込めシュタルク効果 (QCSE) を利用して動作する。FACQW は、LN と比較して数倍から数十倍大きい電界誘起屈折率変化を示し、高い変調効率を実現できる。また、本変調器は InP をベースとするため、半導体発光素子との集積性も高い。本稿では、開発した変調器の構造と位相変化特性について示す。

### 2. InP アンテナ集積光変調器の構造と位相変化特性

Fig. 1 に開発した InP 系アンテナ集積光変調器の模式図を示す。本変調器は 60 GHz 帯ミリ波が変調器に入射した際、アンテナギャップに生じる電界が導波路コア層に印加されることで動作する。アンテナは、n 型 InP (n-InP) 基板に埋め込まれた樹脂上に形成される。変調器上面に石英ガラスを接着させることで、アンテナ実効面積の増加による高電界誘起を目指した。

Fig. 2 は本変調器に 57.5 GHz のミリ波が照射された際に生じる位相変化量を示す。変調測定で得られた位相変化量は、FACQW の屈折率変化特性から算出された結果とほぼ一致している。この結果は、本変調器が FACQW の QCSE 効果を用いて変調動作したことを示す。これは、FACQW のポッケルス効果によって生じる位相変化量と比較しても明らかである。以上の結果は、本研究によって、半導体の屈折率変化を利用したアンテナ集積光変調器が初めて実現されたことを示す。

### 参考文献

- [1] Y. N. Wijayanto *et al.*, IEEE J. Select. Top. Quantum Electron. **19**, 3400709 (2013).  
[2] D. H. Park *et al.*, Opt. Express **23**, 9464 (2015).  
[3] T. Arakawa *et al.*, Jpn. J. Appl. Phys. **50**, 032204 (2011).

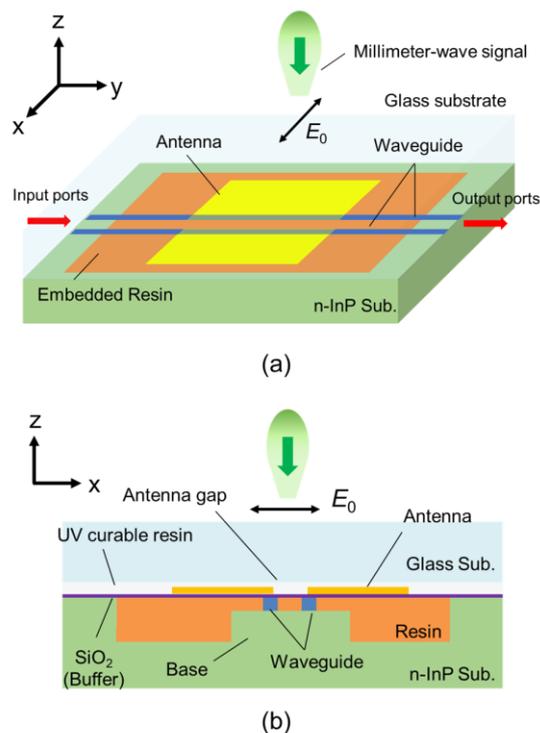


Fig. 1. Schematic view of the InP-based antenna-coupled modulator. (a) Whole view. (b) Cross-sectional view.

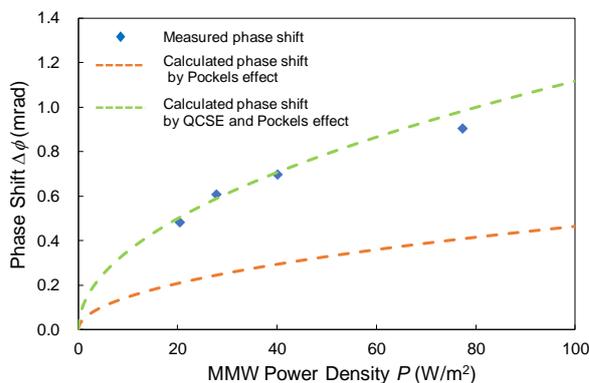


Fig. 2. Phase shift characteristics of the InP-based antenna-coupled modulator.

謝辞 電磁界解析でご支援いただいた関東学院大学・盧柱亨教授に感謝する。本研究の一部は、科研費・基盤研究(B) (18H01897)の補助を受けた。