

アンテナ結合共振電極を有する量子井戸微小リング共振器位相変調器の提案

Proposal of Quantum Well Microring Phase Modulator with Antenna-Coupled Electrodes

横国大院工 鎌田大[○], 荒川 太郎

Graduate School of Eng., Yokohama National Univ. Hiro Kamada, Taro Arakawa

E-mail: kamada-hiro-rx@ynu.jp, arakawa-taro-vj@ynu.ac.jp

【はじめに】ミリ波帯無線通信は通信容量、速度に優れた通信方式だが、遮蔽物を回折しにくく、大気中の減衰が大きい。無線信号を光信号に変換して伝送する RoF (Radio over Fiber) 技術はミリ波帯無線通信の欠点を補うことができるが、開発にはアンテナ一体型の高性能な光変調器が求められる。本研究室で開発されている 5 層非対称結合量子井戸 (FACQW) は導波路コア層に用いることで、特殊な量子閉じ込めシュタルク効果 (QCSE) により大きな屈折率変化と低吸収損失特性が得られる[1]。本研究では定在波共振型電極が結合したミリ波受信用マイクロストリップアンテナの直下に、FACQW をコア層に用いた、位相増大効果を持つマイクロリング共振器 (MRR) を装荷した、小型かつ低消費電力な光位相変調器の開発を行っている。

今回、有限要素法シミュレータ (HFSS) による電磁界解析を行い、変調特性の導出を行ったのでその結果について報告する。

【設計方法】提案変調器の概略図を Fig.1 に示す。本デバイスはマイクロストリップラインによってパッチアンテナと共振型電極が接合した構造になっており、接合部の反射を防ぐためにシミュレーションソフトを用いてインピーダンス整合を考慮した各パラメータの設計を行った (Table I)。提案変調器に用いた FACQW の電界誘起屈折率変化特性を Fig.2 に示す。本構造は $-8 \sim -16 \text{ kV/cm}$ を動作領域としており、導波路中の基準電位を -12 kV とすることで、印加電界に応じて push-pull に動作する[2]。MRR の変調速度はリング周長を小さく、結合効率を大きくした方が優れた特性を持つ。しかし、結合効率が大きいと位相増大係数が小さくなり、リング周長が小さいと印加される総電界量が少なくなるため、最低限必要な変調速度 30 GHz を満たすように MRR のパラメータを決定した。

【解析結果】提案モデルの電界強度分布を Fig.3 に示す。基板垂直方向の電界強度が共振電極上に励起されており、リング構造による共振が確認できる。また、導波路断面の電界強度分布から PIN 構造によってコア層への集中的な電界誘起がみられ、受信電界の約 1158 倍の積算電界が確認された。さらに、測定結果から π 位相変調するのに約 1.6 V/cm の低電界で可能であると計算した。

参考文献

- [1] T. Arakawa *et al.*, JJAP **50**, 032204 (2011).
[2] Y. Miyazeki *et al.*, JJAP **58**, SJJE05 (2019).

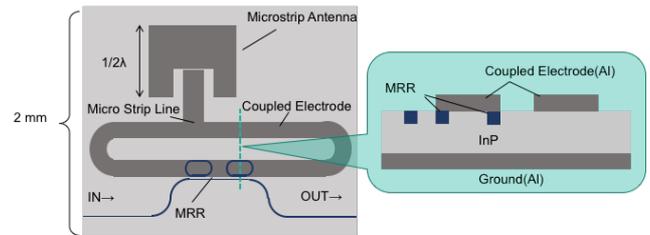


Fig.1. Schematic view of proposed phase modulator

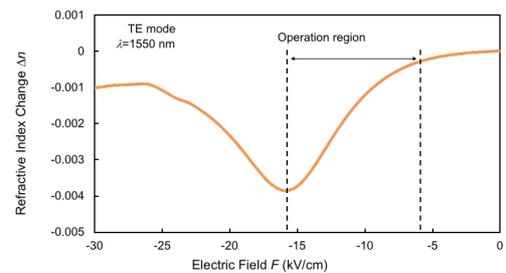


Fig.2. Calculated electrorefractive index change in FACQW

Table I. Parameters of proposed device

Parameters	Value
Peak operational frequency, f_m	60 GHz
Patch Antenna Length L_a	979 μm
Recessed micro-strip line feeding position, Δx	221 μm
Electrode length, L_e	850 μm
Electrode separation, S	89 μm
Electrode width, W	60 μm
Feeding position to modulation electrode, Δy	233 μm
Micro-strip line width, W_m	166 μm

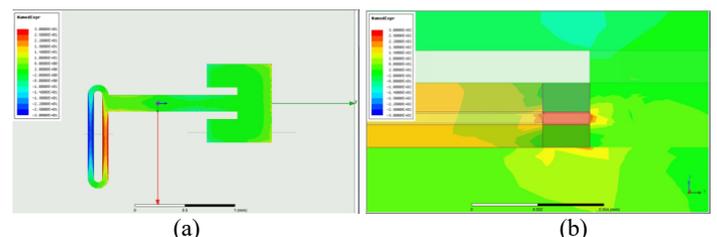


Fig.3. Calculated distribution of z-component of electric fields E_z/E_0 . (a) Top view. (b) Cross sectional view.