

Radio over Fiber のためのアンテナ結合共振電極を有する
集積量子井戸微小リング共振器装荷型マッハ・ツェンダー光変調器の提案
Proposal of Quantum Well Microring Resonator-Loaded Mach-Zehnder Optical Modulator
Integrated with Antenna-Coupled Electrodes for Radio over Fiber

横国大院工 ◯鎌田大, 荒川 太郎
Graduate School of Eng., Yokohama National Univ. ◯Hiro Kamada and 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，速度に優れているが，遮蔽物を回折しにくく大気中の減衰が大きい．そこで，無線信号を光信号に変調し伝送する Radio over Fiber 技術[1]が注目されており，アンテナ一体型光変調器の開発が求められている．我々はこれまでパッチアンテナ集積型位相変調器[2,3]やアンテナ結合共振電極集積型マイクロリング共振器 (MRR) 光位相変調器[4]を提案，開発してきた．

今回，共振型電極が結合したパッチアンテナの直下に量子井戸 MRR を配置したマッハ・ツェンダー光変調器を設計し，有限要素法シミュレータ (HFSS) の電磁界解析により変調特性の導出及び理論解析を行ったので，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 Fe-InP 基板上にマイクロストリップラインで接合されたパッチアンテナと共振型電極を集積した構造となっており，端面反射を防ぐために有限要素法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) . MRR 光導波路は大きな電界誘起屈折率変化特性を有する InGaAs 五層非対称結合量子井戸 (FACQW) [5]をコア層に有する InP 光導波路とし，コア層をノンドープ層とする PIN 構造を想定した．本変調器用に設計した FACQW 構造は電界が 8~16kV/cm を動作領域とし，導波路中の基準電位を-12kV 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が小さく，結合効率が大きいほど優れた特性を持つ．しかし，これらは位相増大係数や印加される総電界量とトレードオフの関係があるため，最低限必要とされる変調速度 30GHz を満たすように MRR のパラメータを決定した．

【解析結果】 提案モデルの基板垂直方向 (z 方向) の電界強度 E_z の分布を Fig. 2 に示す．の強い E_z が共振電極上に励起されており，リング構造に沿った共振が確認できる．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，1 リング当たり受信電界の約 1900 倍の積算電界が確認された．また，先行研究デバイス[2]と入力電力密度当たりの消光比を比較したグラフを Fig. 3 に示す．グラフから前年度研究デバイスは 244 W/m²，本デバイスは 3.9 W/m² の入力電力密度で π 位相変調が可能であることが分かり，従来の約 63 分の 1 の入力電力密度で可能であることが示された．

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．

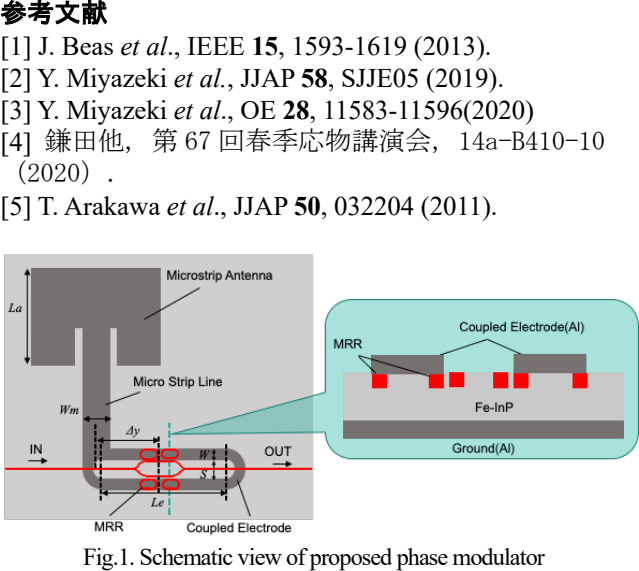


Fig.1. Schematic view of proposed phase modulator

Table I . Parameters of proposed device

Parameters	Value
Peak operational frequency, f_m	60 GHz
Patch Antenna Length L_a	979 μm
Electrode length, L_e	850 μm
Electrode separation, S	89 μm
Electrode width, W	60 μm
Feeding position to modulation electrode, dy	339.5 μm
Micro-strip line width, W_m	166 μm

