

令和 5 年度実績報告書

令和 6 年 3 月 21 日

公立千歳科学技術大学
学長 宮永 喜一 様

公立千歳科学技術大学特別研究等助成要綱第 7 条に基づき、下記のとおり報告いたします。

報告者	所属	情報システム工学科	職名	教授 准教授 講師 助教 助手
	氏名	福田 浩	ふりがな	ふくだ ひろし
研究課題名	フォトダイオード高周波特性評価の抜本的高効率化に関する研究			
本研究費による 発表論文、著書など				

研究費の削減に伴い、研究内容を「フォトダイオード内蔵型光回路特性評価の抜本的効率化に関する研究」に改め、計算機シミュレーション環境の構築と、それに先立つ事前検討を推進した。フォトダイオード内蔵型光回路の特性評価の概念図を図1に示す。

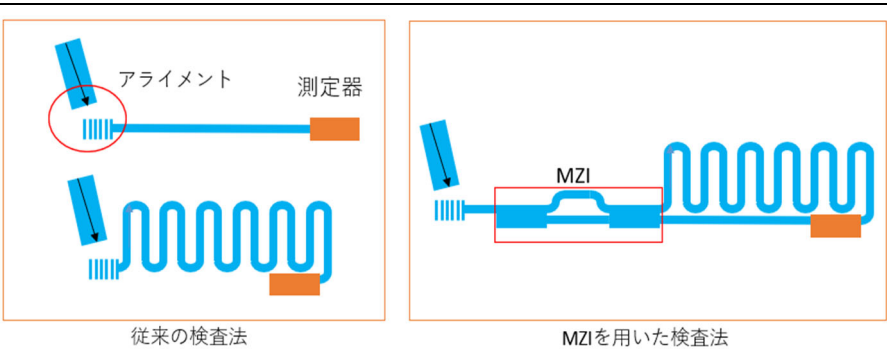


図1 フォトダイオード内蔵型光回路特性評価方法の概念図

本手法は非対称マッハツェンダ干渉計 (AMZI) と内蔵型フォトダイオードを用いることで、測定時の正確なファイバ位置合わせを不要とする測定方法の研究であり、昨年度の特別研究費で基礎検討を実施した。今年度は高精度な電磁場シミュレーションが可能な環境を用いて、AMZI を構成するマルチモード干渉計 (MMI) の製造誤差の影響を精緻に評価し、本手法の適用範囲を明確化した。導波路の損失を α (1/cm), MMI の分岐比を β とすると、内蔵フォトダイオードで測定できるスペクトルリップル (SR) は以下の式で計算できる。

$$SR = 10 \left\{ \log_{10}(\alpha L) + \log_{10} \left(\frac{\beta}{1 - \beta} \right) \right\}$$

本手法の適用範囲を考えるためには、製造誤差による β のばらつきが SR に与える影響を算出することが必要である。高精度な電磁場シミュレーションが可能な時間領域有限差分法 (Finite-Difference Time-Domain Method: FDTD) を用いて β を計算し、SR に対する影響を算出した結果を図2に示す。尚、想定した製造誤差はシリコンフォトニクスの一一般的なファウンドリで実現可能な範囲である $\pm 40\text{nm}$ とした。影響見積もりの結果、本手法は伝搬損失の大きな導波路に対するトレランスは大きく、 $\pm 40\text{nm}$ の製造誤差があったとしても導波路の伝搬損失を 10% 以内の精度で見積もることが可能であるが、低損失導波路に対するトレランスは小さく、性能改善が必要であることが明らかになった。

この結果を受け、本手法の適用領域拡大に向けた新たな回路構成案(図3)を考案した。この回路では、DUT (この場合は損失測定用の長尺導波路) に接続される AMZI アームを2種類用意し、 α と β の2つの独立変数に対する2本の方程式を立てることで、あらゆる α 、 β の組み合わせを解くものである。図3に示した回路の効果検証は次年度以降の課題である。

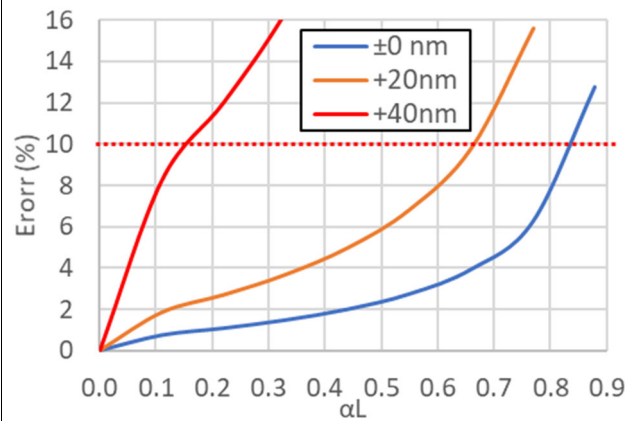


図2. 製造誤差によって生じた MMI 分岐比が導波損失の見積に与える影響

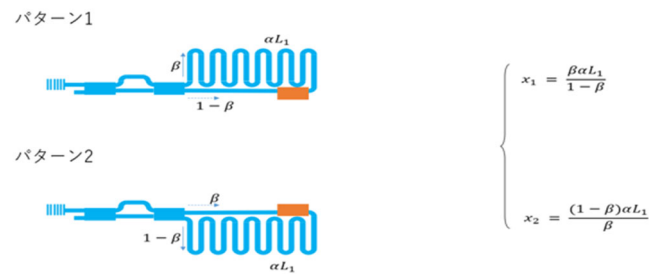


図3. 本手法の適用範囲拡大に向けた新たな回路構成案