

研究成果展開事業 研究成果最適展開支援プログラム
シーズ顕在化タイプ 事後評価報告書

研究開発課題名	: 高速光トランシーバ試験装置用ポリマ光変調器の開発
プロジェクトリーダー	: 株式会社アドバンテスト研究所
所属機関	: 株式会社アドバンテスト研究所
研究責任者	: 榎波康文(高知工科大学)

1. 研究開発の目的

データセンタなどの伝送ボトルネックを解消するため、100Gb/s (25Gb/s × 4ch)の光トランシーバが開発され実用化されており、次世代 200Gb/s、400Gb/s の研究開発が活発化している。光トランシーバ試験装置においても、次世代 56Gb/s を超える光インターフェースに対応する必要があるが、従来の強誘電体結晶を用いた光変調器、シリコン変調器の光変調帯域は 40GHz 程度が限界であり 56Gb/s を超える高速化は困難であった。また、光トランシーバ試験装置などの測定システムにおいては高品質な光変調波形が求められ、被測定デバイスの性能を上回る高速光変調器が必要となる。本課題では、次世代電気光学材料として注目されている電気光学(EO)ポリマ材料を用いた光変調器を開発し、従来材料では実現が困難であった光変調帯域 60GHz を越える高速変調器を実現し、高速光インターフェースの大容量化、高速化、低消費電力化に貢献することを目的とする。

2. 研究開発の概要

①成果

これまで明らかにされていなかった EO ポリマ材料の高周波領域における誘電率分散特性の評価手法を確立することで高精度なシミュレーションが可能となり、光と電気(特にマイクロ波、ミリ波領域)を融合した設計手法を確立した。また、ポリマ材料のプロセス時における特性劣化を抑制するための低温プロセス技術を新たに開発することで、ポリマ材料の特性劣化を抑制することに成功した。加えて、ポーリングプロセスの最適化により、ポリマ材料の性能を十分に引き出すことが可能となり、LiNbO₃ 材料の 4 倍以上の電気光学係数(140pm/V)を得ることに成功し、従来材料では実現困難なサイズ、低駆動電圧、集積化への見通しを得た。開発した素子長 5mm のポリマ光変調器の半波長電圧は 4.15V(プッシュプル動作時)、-3dB 光変調帯域 67GHz以上(128GHz)を得、目標性能を大幅に超える世界最高レベルの高速光変調器を実現した。また、相互作用長 10mm の素子においては、56Gb/s 光変調特性を確認するとともに、プッシュプル動作時における半波長電圧が 2.8V を得、デバイス構造の改善により駆動電圧の低減の見通しを得た。本課題で得られた成果は、光トランシーバ試験装置のみならず、将来の光通信システムに展開することで、データ伝送の大容量化、低消費電力化に大きく寄与するものと考えられる。

研究開発目標	達成度
① 目標: 光変調 3dB 減衰帯域幅 > 60 GHz (56Gb/s 光変調動作)	EO ポリマ光変調器を広帯域に動作させるために設計に必要な材料パラメータとして、高周波領域における誘電率を評価した。その結果に基づき光変調器の高周波電極の基本設計を行った。また、光導波路構造の設計を行い、導波光の EO ポリマへの高い閉じ込め効率を実現した。(100%)

	<p>上記で設計した進行波型電極や光導波路を使用して垂直閉じ込め型スロット導波路型ポリマ光変調器及びハイブリッド型ゾルゲルシリカ・EO ポリマ導波路型光変調器を作製した。(100%)</p>
<p>② 目標:光変調器の高周波パッケージング</p>	<p>EO ポリマ変調器をパッケージ化する際に必要となる、マイクロストリップライン/コプレーナライン変換部の設計を行い、相互作用長 5 mmの変調器において50GHz以上のRF周波数変調帯域を得た。また、光ファイバと導波路の低損失な光結合を行うため、光ファイバと変調器チップとを固定し、高周波パッケージに挿入することでEO ポリマ変調器モジュールを作製した。(100%)</p>
<p>③ 性能試験</p>	<p>相互作用長 5mm のEO ポリマ光変調器の特性評価を行った結果、-3dB 変調帯域 110GHz以上を得(測定限界)、目標の 60GHz以上の光変調を得るために十分な高周波電極構造を実現した。また、EO ポリマ変調器の半波長電圧を評価した結果、シングル電極動作時において 8.3V、プッシュプル動作時において 4.15V を得、この時のEO ポリマの電気光学係数(EO 係数)140pm/V とLN 材料の4倍以上の非常に大きな値を得た。このことより、高周波動作及び低電圧駆動の両立の見通しを得た。</p> <p>次に、EO ポリマ変調器の光変調周波数帯域を評価した結果測定器の測定限界である67GHz以上を得、また、シミュレーションなどの結果から見込まれる光変調帯域は 128GHz程度と世界最高レベルの光変調周波数帯域を得ることに成功した。さらに、56Gb/s 疑似ランダム信号を入力し光変調動作を確認した結果、良好なアイ開口を得、目標を達成した。(100%)</p>

②今後の展開

本課題では、EO ポリマ変調器の高速性の実証を目的に開発を進め、現状の計測器の測定限界である67GHz以上の高速光変調を実証した。加えて、その大きな電気光学係数による低駆動電圧化により消費電力の削減が可能であることを示した。今後、実用化のため信頼性を含めた技術確立を行うとともに、CMOS LSI で直接駆動が可能な光インターフェースを実現し、試験装置及び通信システムの高速化、大容量化に伴い増大する消費電力の削減に寄与すべく開発を継続する。

3. 総合所見

目標を達成し、次の研究開発フェーズに進むための成果が得られている。今後の取り組み次第ではイノ

バージョン創出の可能性がある。

高速通信のキーデバイスの基本技術を開発し、当初の研究開発目標を達成したことは評価できる。長期信頼性の確認など、今後の課題を引き続き解決していくことが望まれる。また、事業化に向け、さらなる積極的な姿勢が望まれる。