

1. 研究課題・受託者・研究開発期間・研究開発予算

- ◆研究開発課題名 超広帯域光信号計測・実装技術の研究開発
- ◆副題 200GHz級超広帯域光電変換デバイスと高精度計測・実装基盤の研究開発
- ◆受託者 学校法人早稲田大学、住友大阪セメント株式会社、デクセリアルズ株式会社、株式会社ワカ製作所
- ◆研究開発期間 令和7年度～令和9年度(3年間)
- ◆研究開発予算(契約額) 令和7年度から令和8年度までの総額200百万円(令和7年度100百万円)

2. 研究開発の目標

温度安定性および耐雑音性に優れた200GHz級光電変換デバイスと、0.8mmおよび0.5mmの新規コネクタ規格を適用した実装技術を開発する。あわせて、220GHzまで対応する高精度な計測・校正技術を確立し、110GHz以下で誤差1dB以下、200GHz帯で誤差2dB以下の精度を持つ精密評価基盤を実現する。

3. 研究開発の成果

研究開発項目1 超高速・広帯域信号計測技術の研究開発

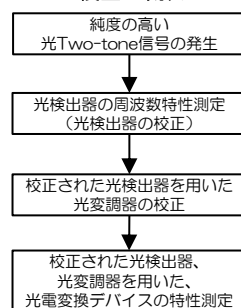
200GHz級の光変調器、光検出器及びこれらに対応する光電変換デバイス特性評価技術を確立する。

具体的には、200GHz級(145GHz以上)EO/OE変換デバイス、周波数帯域100GHz及び感度0.1A/W相当以上のマルチコアファイバ対応アレイ型光電変換デバイスおよび光電変換デバイス特性評価技術(評価誤差:110GHz以下で1dB以下、110GHz超で2dB以下)を開発する。



光Two-tone 信号発生による100GHz 電気信号の発生

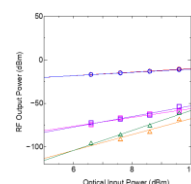
校正の流れ



研究開発項目2 超高速・広帯域実装・リンク技術の研究開発

200GHz級光変調器・検出器の実用化に向け、100GHz超の新規格コネクタ実装技術と、高精度化を支える耐ノイズ・温度安定化要素技術を開発する。

具体的には、①0.5mm同軸(損失 $\leq$ 4dB/100mm)、②薄膜LNの耐熱・耐ノイズ設計、③145GHz対応小型放熱パッケージ(20mm角以下)、④精密スペクトル解析(評価誤差 $\leq$ -20dB)を確立する。



非線形性測定の一例

研究開発項目1-1a 200GHz級EO変換デバイス技術の開発

200GHz級EO変換デバイス向け薄膜LN変調器において、広帯域動作実現のため容量装荷進行波型電極を採用し、周波数特性評価を完了した。また、周波数応答の平坦化を目的としたEOイコライザー用薄膜LN変調素子の設計に着手した。

研究開発項目1-1b 200GHz級OE変換デバイス技術の開発

デバイス構造から導出されるCR時定数、キャリア輸送時間および電極が高周波特性に与える影響を考慮するなど設計指針の明確化を図った。

研究開発項目1-1c 200GHz級光・電気信号の帯域分割精密測定および計測技術の開発

110 GHz超広帯域光デバイスの高精度評価基盤を構築し、LN変調器の最適動作条件を明確化するとともに、校正手法により測定誤差 ± 1.5 dB以内を達成。

研究開発項目1-2 マルチコアファイバ対応アレイ型光電変換デバイス技術の開発

4chフォトダイオードアレイとの低背実装を実現するための光学結合手段として、先端を斜め研磨したマルチコアファイバを用いた光学結合構造を新たに考案した。

研究開発項目2-1 200GHz級のチップ間、パッケージ内／外のワイヤリング技術の開発
0.5mm同軸コネクタと導波管(WR6/WR4)の変換アダプタで電磁界シミュレーションを行い、反射特性は-20dB以下を達成。(WR6: 110~170GHz, WR4: 170~250GHz)

研究開発項目2-2a 低ノイズ計測のための熱・電磁ノイズ高耐性化技術の開発

薄膜LNの熱によるバイアス点変動特性解明のため、結晶軸依存の線膨張率など熱応力の影響を調査した。親子マツハツエンダーを有する折返しネスト型変調器を試作し、温度制御下でバイアス点を評価し、技術課題を抽出した。

研究開発項目2-2b 高効率熱散逸構造の光電変換デバイス用パッケージの開発

パッケージ内部のマイクロストリップ伝送路設計の石英基板との接続部を主対象とし、伝送特性の評価を行った。 $f_{3dB} \geq 150$ GHz の S21 通過特性を確認した。

研究開発項目2-2c 低ノイズ計測のための熱・電磁ノイズ高耐性評価技術の開発

デュアル並列型MZMの電氣的クロストークの定量評価手法を確立、極値抽出法により誤差抑制した高精度かつ既存の光Two-tone法より高感度な評価見通しを得た。

4. 特許出願、論文発表等、及びトピックス

国内出願	外国出願	研究論文	その他研究発表	標準化提案・採択	プレスリリース 報道	展示会	受賞・表彰
2 (2)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	1 (1)	0 (0)

※成果数は累計件数、()内は当該年度の件数です。

5. 今後の研究開発計画

【研究開発項目1】 来年度は今年度の成果を基に、100 GHz超級(145 GHz以上)の光電変換デバイス実現と高精度評価技術の確立を一体的に推進する。EO変換デバイスについては、周波数特性平坦化技術を用いた薄膜LN変調器を試作し、145 GHz以上の動作実証を目指すとともに、110 GHz超級の素子を分担者へ提供する。OE変換デバイスは、125 GHz以上かつ感度0.1 A/W以上のフォトダイオードや、マルチコア対応の4チャンネルアレイ型(70 GHz以上)を開発し、クロストーク評価と低損失光結合を実証する。測定技術では、帯域分割による精密測定手法を構築してデータを統合することで200 GHz級の広帯域特性評価技術確立するほか、0.5 mm同軸と導波管の変換デバイスの実証を行う。

【研究開発項目2】 来年度は今年度の成果を基に、100 GHz超級デバイスの実用化に向けた超高速・広帯域実装およびリンク技術の高度化を進める。特に新規コネクタ規格の実装技術確立と、ノイズ耐性・温度安定性の対策を推進する。まず、0.5 mm同軸コネクタとWR6導波管の変換アダプタを開発し、DC～170 GHzの広帯域RF特性評価により高周波実装基盤を確立する。次に、薄膜LN変調器のバイアス点変動特性を明確化し、電極構造(直線・曲げ)に着目した解析からノイズ発生メカニズムを解明する。さらに、高効率熱散逸構造をもつパッケージ(20×20×10 mm以下)を試作し、125 GHz以上の光受信モジュールの実装技術確立する。加えて、クロストークや非線形性の評価技術を開発し、110 GHzまでの適用性を検証する。