

先進的光電気インターフェイス開発ユニット

ユニットリーダー の氏名・所属	氏名	役職	所属(部局・専攻・講座)
	久武信太郎	助教	基礎工学研究科・システム創成専攻・光エレクトロニクス講座
ユニットの概要	光領域，電気（電波）領域，双方技術それぞれの強みの積極的融合に根ざした新しい光電気インターフェイスを創出し，超高速電子デバイスや，ミリ波・テラヘルツ波帯デバイス等のテスト・計測へ応用する．高速・広帯域・低擾乱をキーワードとした高性能インターフェイスにとどまらず，光の自由度，電子の操作性を融合的に活用することで，新しい機能を該インターフェイスに付与することにチャレンジする．		
研究背景 および目的	本ユニットでは，光電気インターフェイスの高性能化・高機能化が次世代の電子デバイス，光デバイスそれぞれの発展に大きく寄与するとの観点の元，電気領域，光領域の専門家との垣根を取り払い，専門家それぞれの技術的シーズを持ち寄るだけでなく積極的にそれらを融合することで，新しい発想に基づいた機能性光電気インターフェイスの創出を目指す．特にユニットリーダーが持つ電気光学サンプリング(Electro-optic sampling; EOS)技術（光の広帯域性を利用して高速電気信号を検出する計測技術）を起点とした高感度・高速電気信号計測システムの確立とその高度化に積極的に取り組み，確立した計測技術を活用した光電気インターフェイスの高機能化を通して，超高速電子デバイス，ミリ波デバイス，超高速光デバイスの発展に直接的に寄与する．		

IDER ユニットの構成

氏名	役職	所属
[ユニットリーダー] 久武 信太郎	助教	基礎工学研究科 システム創成専攻
[ユニットメンバー] 村田 博司	准教授	基礎工学研究科 システム創成専攻
高原 淳一	准教授	基礎工学研究科 システム創成専攻
塩見 英久	助教	基礎工学研究科 システム創成専攻
HA VIET PHAM	D3	基礎工学研究科 システム創成専攻
[ユニットアドバイザー] 岡村 康行	教授	基礎工学研究科 システム創成専攻
永妻 忠夫	教授	基礎工学研究科 システム創成専攻

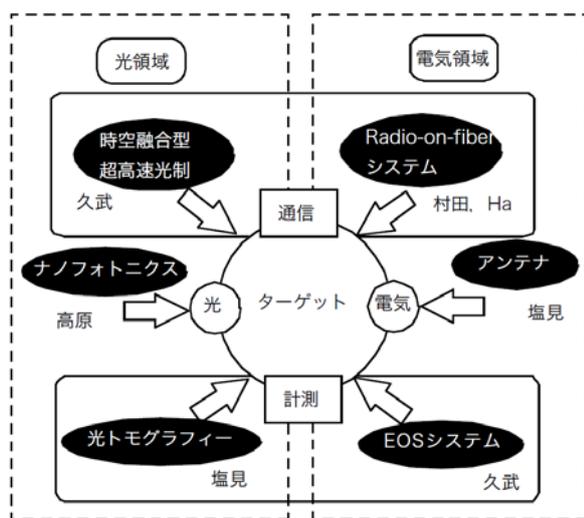


図 1 研究体制.

擬似速度整合 QVM (Quasi-velocity-matching) 技術に基づく高性能変調器のさらなる高性能化には、電気光学結晶上に形成した伝送線路を進行する変調波の位相速度を正確に知ることが肝要である。変調波の位相速度を測定する方法は後退波干渉法と定在波測定法とに大別できる。後退波干渉法は整合終端してありかつ進行方向に一樣な単純伝送線路の波長しか測定できないが、高帯域で波長を高精度に測定できるため、結晶基板の比誘電率を高精度で測定するのに適した手法である。一方、定在波測定法はプローブの干渉とヌル点の測定精度が課題であるが、QVM-EOM のように複雑な電極構造を有するデバイスに適しており、電気光学サンプリングシステム (EOS システム) による低擾乱プローブの実現及び後退波干渉法による高精度誘電率測定の援用によって位相速度の測定精度を飛躍的に改善し、高性能電気光学光制御デバイスの高性能化が達成できる。本年度は、図 1 に示す研究体制のもと、定在波測定法と後退波干渉法に関する基礎検討を行った。

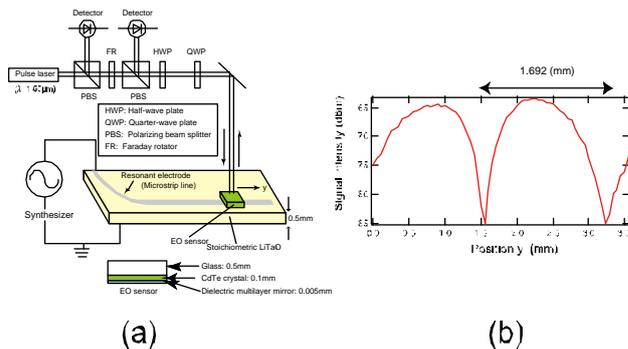


図 2 (a)EOS システムによる定在波測定. (b) 定在波分布.

図 2 (a)EOS システムによる定在波測定. (b) 定在波分布. 進行マイクロ波の周波数は線路の共振周波数付近である 15.8801 GHz とし、プローブレーザー光の繰り返し周波数である 40 MHz の整数倍の周波数との差周波数である 100 kHz の成分をスペクトラムアナライザにより測定している。

図 1 (b) に得られた定在波分布を示す。50 μm 間隔で電界振幅を測定した。およそ 20 dB 程度のダイナミックレンジで定在波分布が測定可能であることが確認できた。測定された定在波分布から 15.8801 GHz における半波長はおよそ 1.7 mm と推定される。これらの値から推定される位相速度は $5.4 \times 10^7 \text{ m/s}$ となった。この値は基板比誘電率の文献値 (38.9-44.5) から推定される位相速度範囲内 ($(5.14-5.53) \times 10^7 \text{ m/s}$) であり、EOS システムにより位相速度推定が可能であることが確認された。

(2) 後退波干渉法に関する基礎検討

後退波干渉法による位相速度の推定に関する基礎検討を行った。まず、発砲樹脂基板上に形成されたマイクロストリップ線路の位相速度を測定した。整合終端された特性インピーダンス 50 Ω 、線路幅 2.1 mm のマイクロストリップ線路を厚み 0.6 mm の発砲樹脂基板上に作成した。マイクロストリップ線路の長手方向中央付近のエッジ部に 2.8 mm の間隔で 0.1 mm 四方の矩形張出部設けた。このとき、開始端から見込んだ反射損が 21 GHz で最小となった。従って、作成したマイクロストリップ線路上を伝搬するマイクロ波の波長は $\lambda_g = 11.2 \text{ mm} @ 21 \text{ GHz}$ と言える。自由空間波長から波長短縮率は $\eta = 0.781$ 、理論式から比誘電率は $\epsilon_r = 1.77$ と計算でき、基板製造メーカーの仕様値とよく一致した。測定結果をもとにクランクライン型進行波アンテナを構成して放射指向性を測定した。測定値より主放射方向が垂直方向であり、正しく波長短縮率を測定できたことを確認した。

(1) EOS システムによる定在波測定法に関する基礎検討

図 1 に EOS システムによる定在波分布測定系と測定結果を示す。マイクロストリップ線路はストイキオメトリック LiTaO3 を基盤として、Ag を真空蒸着することにより構成されている。基板厚さ、マイクロストリップ線路電極幅共に 0.5 mm である。繰り返し周波数が 40 MHz の 1.5 μm 帯ファイバレーザをプローブ光としている。電界センサとして CdTe を使用し、マイクロストリップ線路端部からの漏れ電