

AP-MWP 2006 ショート速報[マイクロ波フォトニクスデバイス]

土屋昌弘 (NICT)

会議名：The 1st Asia Pacific Microwave Photonics Conference (AP-MWP 2006)

開催期間：2006年4月24日 - 26日

開催場所：神戸国際会議場(神戸、日本)

*****要約*****

第一回目のアジア太平洋地域マイクロ波フォトニクス国際会議 (AP-MWP2006) が上記のように開催された。多数の第三代携帯電話アンテナ局において利用が進むマイクロ波フォトニクス技術、その将来形に対する、特にアジア太平洋地域における、研究交流機会の増加要望に応える国際研究集会である。本報告は、主たる着目点を AP-MWP2006 におけるフォトニックデバイス技術の成果発表に置き、注目論文のリストアップと傾向把握を試みた結果を記したものである。集積型光変調器技術の進展とその応用、高出力フォトダイオードの応用技術の展開、これらをキーワードと位置づける国際会議と筆者は結論する。

1. はじめに

マイクロ波フォトニクス技術領域に関する国際研究集会の多くにおいて、システム研究者とデバイス研究者とが相互に乗り入れることができる議論環境が用意され、研究のアウトカムまでも視野に入れた質疑が活発に展開される。今回の AP-MWP 2006 もその例外ではなく、特に、プログラム委員会により適正に準備されたプログラムがシステム分野とデバイス分野との技術交流の促進環境を象徴していた。本 AP-MWP2006 ショート速報は大阪大学・塚本助教授と筆者との共担によるもので、後者のデバイスに関係の強い AP-MWP 2006 発表論文のレビューが筆者の分担である。

2. プレナリセッション

プレナリ講演の一方(A-1)はフル IP ネットワーク構成の次世代コアネットワーク、NGN (New Generation Network)、ならびに FMC (Fixed Mobile Convergence)、そこでのワイヤレスアクセスサービスの役割についてのものであったが、他方 (A-2) は高速半導体レーザ研究で著名なオーストラリア・メルボルン大学の Tucker 教授によるもので、高速半導体レーザ開発の歴史と最近の動向のレビューに加えて、今後の展望などが紹介された。高速変調信号が軽量小型構成によってもたらされる半導体レーザ直接変調方式に関連して、最近の変調周波数延伸が著しい三例が取り上げられていた。遮断周波数が 20GHz に達した VCSEL (面発光レーザ)、約 25GHz に達した量子ドットレーザ、狭帯域動作ながら 70GHz 超の応答が認められる注入同期動作レーザについてそれぞれの特色が概述され、応用展開が今後のマイクロ波フォトニクス分野において注目されるとして講演が結ばれた。

3. IEEE-LEOS 日本チャプタ特別セッション (先端デバイス)

IEEE-LEOS 日本チャプタとの連携により標題の特別セッションが開催され、先端デバイスの動向に関する

る三講演が招待された。いずれもフォトニクスデバイスの新しい局面を切り開く進展であり、これらを基点とするマイクロ波フォトニクス研究の展開が注目される。

韓国 ETRI (D-1) からは電解吸収型光変調器構造を光変調器と導波路型受光器の双方に用いて SOP (System on packaging) 構成を実現した 60GHz 帯 RF 光トランシーバモジュールが報告された。2.2GHz 帯域動作が可能とされ、広帯域光ミリ波アクセスシステム応用への展開が期待される。NTT(D-2)からは UTC-PD (単一走行キャリア受光デバイス) を高速高周波応用に適応した幾つかの最新例が報告された。テラヘルツ帯を目指した CW 光電変換素子としての高出力化の進展 ($1\mu\text{W}@1\text{THz}$) や PD-EAM 集積による光ゲート素子応用が紹介された。特に後者に関しては、ビット長が不十分ながらも、160Gbps や 320Gbps における符号誤り率データが示され、システム応用への方向性が示されている点が特筆される。NICT(D-3) からはシリコンナノ細線光導波路を用いた超高速全光スイッチ動作に関する報告がされた。二光子吸収過程を相互光吸収変調に利用して全光スイッチ動作を実現する試みであり、スイッチングパワーや高速性についてサブバンド間遷移デバイスを凌駕しうるポテンシャルが示されている点が特筆される。

4. 高速光変調デバイスとその応用

AP-MWP2006 の内容について特筆すべき点のひとつは集積型光変調デバイスとそれらの応用に関する進展の報告が多数あったことである。ここではそれらの抜粋を報告する。

NTT (F-1) からは二台の位相変調デバイスとそれらにはさまれた群速度分散素子から成る簡単構成の光コム発生システムの報告があった。これにより平坦度の高い帯域 250GHz 強の光コム発生が実証されている。国立天文台(F-6)からは(従来比 1000 倍以上の)高消光比光変調器の電波干渉計応用の検討が報告された。帯域はミリ波帯およびサブミリ波帯であり、コヒーレンス損失などの検討結果から光変調器の利用が有望である旨を結論としている。三菱電機(J-2)からは往復逡倍光変調器を 60GHz 帯 ROF トランスミッターに適用した例が報告された。光変調器における 16 逡倍動作が有効に利用され得る旨が結論とされている。松下電器(J-3)からは分極反転構造と共振型ストリップライン電極を用いる 26GHz 光変調器が紹介された。また、NICT(J-4)からは異なる構造の共振型電極を有する電気光学光変調器とその電気光学オシレータ応用、さらにはその位相変調動作などが報告された。

これら以外にも、光ファイバ非線形性を利用する全光変調技術として大阪大学(F-3)からは全光 AD 変換スキームの提案と実証が報告された。光ファイバ中の自己周波数シフト現象を利用するもので、3 ビットレベル・デジタル化の成功例が示されている。韓国延世大学(F-4)からは反射型半導体レーザー増幅器の WDM/SCM ハイブリッド PON への適用可能性の検討が報告され、1.1GHz の変調帯域と 80dB の狭帯域 SFDR とがその結果として示された。

5. 高速受光デバイスとその応用

我が国発の新規デバイス概念である単一走行キャリア受光デバイス(UTC-PD、石橋らによる)はその優れた高速高出力特性が注目を集め、今日まで多くの興味深い技術的展開がなされているが、AP-MWP2006 においてもその継続ないし波及と位置付けられる多くの研究成果が報告された。

NTT(G-2)からは更なる高出力化を目途とする UTC-PD 集積化の試みが報告された。清水らはパッチアンテナに組み込まれた UTC-PD の InP 基板上アレイ化を実現し、120GHz および 300GHz における良好な放射特性を確認した。NTT の伊藤ら(G-3)は 10Gbps ワイヤレス伝送を目途とする 125GHz 帯無線システム

に対して、導波管出力端を有する UTC-PD モジュールの試作しこれを適用した結果について報告した。このモジュールには HEMT 増幅器が組み込まれていて 14dBm 以上のサブミリ波出力が実現されている。UCL の Seeds ら (G-4) は独自の集積型半導体デバイスによるピートノート発生法を UTC-PD に組み合わせる方法を報告した。924GHz において 25 μ W の出力を得たとしている。

高速トランジスタの光応答を利用するスキームはマイクロ波フォトニクス技術の重要な一分野であるが、これに関して大阪大学 (J-5) から光波照射位置に対するマイクロ波帯電流応答の依存性を精査した発表があった。

6. マイクロ波フォトニクスのための先端フォトニック材料およびデバイス

幾つかの先端フォトニック材料およびデバイスの最近の進展がそれぞれの先達たちによって報告された。いずれの場合もシステム応用に用いられ得る形態までには距離があり、そこに到達するにはしばらくの時間が必要と思われるものの、マイクロ波フォトニクス技術に従来適用されてきたデバイス群を凌駕し得る潜在能力が示されており、デバイス化の進展、パッケージ化の進展が期待される。

横浜国大 (I-1) からはフォトニック結晶の基礎と最近の進展が紹介された。香港中文大 (I-2) からは面型フラクタル伝導体が示し得るマイクロ波帯・赤外領域の全透過特性が紹介された。中国清華大 (I-3) からは波長以下の断面直径を有する新しい微小コア径光ファイバとそのナノフォトニクス応用が紹介された。MIT (J-1) からはナノスケールの 1 次元および 3 次元フォトニック結晶構造をスーパーコンティニューム光により測定する方法とその例が紹介された。

7. 光計測技術とその応用

幾つかの興味深い光計測技術に関する研究報告があった。その抜粋を以下に記す。

NTT (F-5) からはファイバ端電気光学プローブの SAR 測定への応用が紹介された。従来検討されてきた生体ファントム内 EO 計測であるが、それが実践された結果は注目される。韓国 GIST (C-26) からはマイクロ波帯フォトニックバンドギャップ構造における電界分布を電気光学サンプリング法によってマッピングした結果が報告された。産総研 (C-36) からはアンテナ特性測定の際に光ファイバリンクを活用する方法を検討した結果が報告された。NICT (C-37) からは差動光検出を用いることなく高感度化される電気光学計測手法が新たに提案され、その有効性が検証された結果が報告された。同グループが推進する並列処理方式において有効な手段となり得るため、今後の展開が注目される。

8. おわりに

デバイス応用の観点から興味深いポストデッドライン論文一件を紹介する。電気通信大学 (PDP-1) からの報告で、無給電アンテナ基地局構成における低閾値電流 VCSEL の利用がパワーバジェット上でのメリットになり得る可能性が指摘された。VCSEL のマイクロ波フォトニクス応用手法としての有効性が注目される一方、長波長化や高速化が進む VCSEL の本格応用の端緒となる可能性があり、今後の進展が期待される。

最後に、AP-MWP2006 におけるフォトニックデバイス関連発表の総括を試みる。近年の進展が著しい集積型光変調デバイスと高出力フォトダイオード (UTC-PD) について、それらの機能拡充や応用進展に関する研究に潮流が認められる。デバイス技術はやはりドライビングフォースである。他方、高速レーザ技術の新展開やその他のモジュール化技術、さらには潜在力を秘める新しいフォトニック材料・デバイス、これら

に関する報告も次世代技術のシーズと位置付けられ、それらの提示も多数認められる。システム研究・応用・
実用への開花が期待されるが、そのアプローチを拡充させる動きも見逃せない。