

換えることができた。

光スイッチング会議の特徴は光デバイス関連の研究報告が数多く見られ、いろいろな試作研究が開始されている点である。

この会議の Plenary Session (4 件) のなかで J.E. Berthold (Bellcore) が、「光ファイバ通信の広範な実用化に伴い、1993年には光ファイバの価格が銅線より安くなる、光による通信サービス範囲がますます広がる」と報告した。それに応える STM テクノロジなどを報告し、会議を盛り上げた。

光交換むけの二次元光スイッチ、光情報の分岐や処理で有効な双安定光半導体デバイスのほか、光インターコネクション、空間光変調などを旨とした量子井戸構造の集積化可能な光デバイスの研究が数多く見られた。たとえばサブミクロン光レゾネータや S-SEED である。また面的な半導体光メモリとしてのダブルヘテロ構造の光電気3端子素子も報告された。

国内外の各所で面的な光半導体デバイスが試作され、研究が行なわれている。

主題となった時間、空間分割スイッチングや三次元光インターコネクションのための光デバイスは 35 件が報告された。

光スイッチングのシステムでは以下の報告があった。すなわち、空間光インターコネクション関連で7件、光周波数など多次元スイッチングシステム7件、パケットスイッチング5件、時分割スイッチング5件、空間分割スイッチング6件である。

#### 4. ソルトレイクについて

きわめて寒いだろうと日本で予想したのとは異なり、気温は穏やかで、過ごしやすい、ソルトレイクは空気がきれいで自然環境も良好と思っていた。しかし、一夜にして粉雪が建物を覆い、それが昼になるとほとんど溶けるなど、厳しい気候を体験した。その後間もなく「ソルトレイクのユタ大学で、常温核融合を実験で確認！」のニュースが世界中を駆け巡った。世界は今、ソルトレイクに注目している。

(1989年5月1日受理)

## OSA 光エレクトロニクス関連 Topical Meeting 参加報告 (II)

山西正道

広島大学工学部 〒724 東広島市西条町下見

1989年、2月27日～3月10日、アメリカ合衆国、ユタ州のソルトレイク市、マリオットホテルにて、光学および光エレクトロニクスに関する4件の topical meetings が開催された。本小文では、そのうち2件の topical meetings すなわち “Quantum Wells for Optics and Optoelectronics” (3月6日～8日) ならびに “Picosecond Electronics and Optoelectronics” (3月8日～10日) について、筆者の印象に残った話題を紹介したい。両者とも、Optical Society of America および Lasers and Electro-Optics Society of IEEE の主催によるものであるが、とくに、前者については、日本の応用物理学会が協賛者になっている。

まず、“Quantum Wells for Optics and Optoelectronics” については、以下の話題が筆者の印象に残った。すなわち (1) 量子井戸構造の電界による Stark localization, (2) 超高速スペクトロスコーピ、非線形光

学、(3) 量子細線、ドット、(4) 歪み超格子、(5) 量子閉込めシュタルク効果素子、(6) 量子井戸における共鳴トンネル効果、である。

Stark localization については、古くから概念としては議論されてきた。こうした古くから存在する固体物理の基礎概念が、昨年、フランスのグループによって量子井戸構造を舞台にして、実現可能であることが理論的に指摘され、かつ、フランスのグループとは独立に、IBM の Mendez らは、GaAlAs 超格子構造で、これを実証した。本 topical meeting においても、Mendez による招待講演のほか2件の一般講演があり、ホットな議論が展開された。中心的な話題の一つは、電子波のコヒーレンス長が、実際の超格子中でどの程度 (5～13 周期) の値になり、かつ、これが電界による光学特性変化 (励起子ギャップのブルー・シフト等) にどのように影響するかという点にあった。いずれにしても、UCSB

(Univ. of California, Santa Barbara)のグループが報告したように、この種の現象は、室温でも観測可能であるため、今後、電界効果素子への応用が図られるであろう。

超高速現象の分野では、Bell 研の Holmdel のグループの仕事が、他を圧していた。たとえば、W. H. Knox は、招待講演で、GaAs 量子井戸構造の non-thermal carrier のフェムト秒 (数百フェムト秒) 域での散乱・緩和過程に関する実験データを紹介し、その動的過程を議論した。一方、M. N. Islam らは、InGaAs 量子井戸の励起子飽和を利用して、NaCl カラー・センタ・レーザーのモード・ロッキングを実現し、波長 1.6~1.7  $\mu\text{m}$  帯で 260 フェムト秒の短パルス発生に成功した。この技術は、今後、InGaAs 系半導体の超高速過程を調べるための光源として、きわめて有用なものになりうるであろう。

量子細線、ドットに関しては、P. M. Petroff による vicinal plane 上の二次元超格子構造の作製 (招待講演)、グラスゴ大、カリフォルニア工大による、エッチングによる低次元構造の発表があった。しかし、こうした低次元構造の特性 (とくに、光学特性) を十分生かし切るためには、製作技術面でのなおいっそうの進展を待たねばならないであろう。

歪み超格子に関しては、4 件の口頭発表があったが、なかでも、イリノイ大学の InGaAs/GaAs 歪み層量子井戸レーザーの報告は、注目に値する。レーザーの特性は、閾値電流  $I_{th}=9\text{ mA}$ 、微分効率  $\eta=62\%$  で、とくに、100 mV の CW 出力で動作させても、急激な劣化を生じない点は、歪み層を活性層とする半導体レーザーの実用性に関して、大きな希望となるものであろう。

量子閉込めシュタルク効果素子に関しては、InGaAs P/InP 量子井戸の井戸層物質の組成制御と、エレクトロアブソープション、エレクトロ・リフラクションの組織的なデータ、および同じく長波長帯用、GaSb/AlGaSb 量子井戸の歪みの影響を取り込んだ理論と実験の比較がなされた (以下、2 件いずれも Bell 研)。また、同じく、Bell 研のグループより、GaAs 基板と Si 基板上に成長した GaAs/AlGaAs 量子井戸構造のシュタルク効果の比較が報告された。Si 上の量子井戸のシュタルク・シフトは、GaAs 上のそれに比べて、小さい、あるいは、Si 上の量子井戸には、ライト・ホール励起子のピークが見られない等の問題はあがあるが、Si 上に成長させられたシュタルク変調器の「光信号による off-chip communicator」への応用可能性が指摘された。

共鳴トンネル効果に関しては、“Picosecond Electronics and Optoelectronics” との Joint Session という形で、2 件の招待講演と 7 件の一般講演発表があり、サブ・ピコ秒域のルミネッセンス・スペクトルスコピー (J. Shah, Bell 研, 招待講演)、ピコ秒レーザー励起によるルミネッセンス測定 (松末, 東大, 招待講演) のような光学的手段を中心とした方法で、キャリアのトンネル過程のダイナミクスが活発に議論された。この話題と、Stark localization の話題は、今回の topical meeting のハイライトであったと思われる。

以上、全体の印象としては、総論文数 73 件、200 名を越す参加者を得て、また、物理とデバイス応用が、ほどよくバランスした、量子井戸構造の光学に関する topical meeting として、今回の “Quantum Wells for Optics and Optoelectronics” は、盛会であった。なお、次回は、1991 年に同じくソルトレーク市で開催される予定である。

次に、“Picosecond Electronics and Optoelectronics” について、筆者のきわめて独断的な印象を述べさせていただきたい。本 topical meeting では、論文数 55 件、参加者約 190 名で、超高速エレクトロニクス、光エレクトロニクスに関する活発な議論が展開された。その話題は基礎的なものから応用まで、あるいは、純電氣的なものから光学技術まで多岐にわたっている。筆者は、そのなかのごく限定されたセッションにのみ出席し、そのまた、ごく一部の発表だけを理解しえたので、ここでは、筆者にとって、強烈に印象深い話題を紹介したい。(より正確には、以下に述べる話題が、余りに強く印象づけられたため、それ以外のことは、すべてどこかへ行ってしまった。このような、片寄った記述は、報告記としてどうかと思うが、敢えて、一つの話だけを紹介することを、お許しいただきたい。)

それは 3 月 9 日午後 8 時 15 分頃に始まった。この発表で、Bell 研の W. H. Knox は、例によっていくつかのジョークを早口でまくしたてた後、予稿集にも記載されていない最新の、それも非常に exciting (とくに、筆者自身にとって) な実験データを発表した。1987 年 8 月 31 日の Phys. Rev. Lett. 誌に掲載された筆者自身と D. S. Chemla らによる、virtual 過程による電界印加状態にある量子井戸構造の超高速光過程の理論的な予言を紹介した後、その超高速過程によると考えられる超短 (180 フェムト秒) 電圧パルス発生の実験データを発表した。GaAs 基板上に成長した GaAs/AlGaAs 多重量子井戸構造の表面に、10 ミクロン・ギャップの伝送線路

を設け、量子井戸面に平行な電界を印加した状態で、強い非共鳴光で、量子井戸を virtual 励起し、その伝送線路上に発生した電圧パルスを、超短光パルス (150 フェムト秒) で読み出した。励起パルスのパルス幅、150 フェムト秒、励起子ギャップからの非共鳴エネルギー 40 meV, 250 K にて、180 フェムト秒の超短電圧パルス (パルス高, 100 mV 以上) の発生が観測された。現状では、非常に強い励起パルス光 (ピーク・パワー密度, 100 MW/cm<sup>2</sup> 以上) を必要とするが、動作温度が 250 K と室温に近く、また、180 フェムト秒の電気パルスを通常の電氣的な方法で発生させることは、きわめて困難

であることから、この方法は、基礎・応用の両面で、今後、フェムト秒域の光エレクトロニクスにまったく新しい機会を提供するものと期待される。その翌日、3月10日、筆者は、virtual 過程による超高速光過程の理論的な可能性と将来展望について、review talk をする機会があったが、前日の W.H. Knox の実験データの発表のお陰で多くの質問を受けた。

以上、非常に片寄った、それも、一つの話題だけを取り上げたが、それくらい筆者にとって impressive な出来事であった。

(1989年4月27日受理)