

研究課題別中間評価結果

1. 研究課題名: シフトレジスタ機能付超高速光メモリの創製

2. 研究代表者名: 河口 仁司 (山形大学工学部 教授)

3. 研究概要

本研究では、全光型超高速光バッファメモリを、偏光双安定性を持つ面発光半導体レーザを用いて実現するとともに、二次元アレイ化してシフトレジスタ機能の実証を目指す。これまでに、面発光半導体レーザの偏光双安定性を用い、世界最小光入力および世界最高のスイッチング周波数でのフリップフロップ動作を実現するとともに、全光信号再生の原理確認を行った。又、面発光半導体レーザを製作し、偏光双安定動作に関する新知見を得ている。1ビットの光信号のメモリ動作の原理確認にも成功している。

4. 中間評価結果

4 - 1. 研究の進捗状況と今後の見込み

研究の中心である山形大グループでは、偏光双安定 VCSEL の動作特性向上や全光型信号再生実験の成功、1ビット光バッファメモリの実現など計画に沿った進展が認められる。また、分担研究を担当する東工大と慶応大グループも高速光メモリに不可欠な周辺技術である光ヘッダ処理、時空間変換光制御システムに関して独自の研究を進めている。また阪府大グループは動作波長の長波長化に向けた新規な InGaAsSbN 系材料の成長技術の開発を順調に進めている。当初計画になかった新しい方向として、山形大グループで結晶貼り合わせによる InGaAsP 系材料による長波長化の取り組みを開始した。研究目標が明確なプロジェクトであり、その明確な目標に向かって順調に進捗している。

4 - 2. 研究成果の現状と今後の見込み

- (1) 1ビットの 10Gb/s 全光型フリップフロップ動作に成功。
- (2) 1ビットの光信号の書き込み・読み出しに成功。
- (3) DA 変換型光ヘッダ識別の基本動作実証。
- (4) 6.25GHz 間隔 AWG(Arrayed-Waveguide Grating)実現。ただし損失が大きい。
- (5) InGaAsSbN 量子井戸半導体レーザの実現

これらの結果は当初計画に沿っており、当初の目標を達成できる見込みは高い。また各グループからの特許出願が順調であることも評価できる。

4 - 3. 今後の研究に向けて

本研究の光メモリの方向付けのためには、シリコンベースの電子的メモリを用いた場合と比べ、

消費電力・スピード・ビット数の点で、どのようなメリットがあるかを種々の状況を想定して数値的に明らかにしてほしい。これまでの実験結果を基に定量的な予測と評価が可能と思われる。その上で、デバイスの性能の向上に取り組むべき方向を明らかにすることが望まれる。また多ビット化やシフトレジスタの実現のための計画を明確にすることが必要である。光ヘッダ処理、時空間変換光制御の各グループの成果を集積化し、小規模であっても実用に耐える光メモリのアプリケーションを設定し、高速光メモリシステムの実証を主要目標にすることが望まれる。なお、1.55 μm 系材料への展開については、光通信応用上意義は十分にあるが、マンパワーが割かれるために、多ビット化やシフトレジスタの実現といった課題への取り組みが弱くなるが生じないよう、十分な留意が必要とされる。

4 - 4 . 戦略目標に向けての展望

偏光双安定 VCSEL を用いた二次元アレイが実現され、動作が高速化される可能性は高い。長波長偏光双安定 VCSEL が実現できる見込みもある。各グループの努力により光ヘッダ処理、時空間変換光制御などの周辺装置も使用に耐えるものが完成することが見込まれるため、各グループの連携をうまく行なうことにより最終目標であるシフトレジスタ機能付き高速光メモリの実証も可能である。今後の成果はかなり期待できる。

4 - 5 . 総合的評価

偏光双安定動作を利用したメモリ機能の実現とそのシステム化についてはオリジナルな研究で、他に類似研究はない。キャリアの増減を殆ど伴わないスイッチング動作であるため、高速化に優れた方式として期待できる。現在、0.98 μm 帯で1ビット全光型フリップフロップの世界最小光入力動作の基本機能確認と世界最高速の 10Gbps が達成できた段階であり、第一ステップとして高く評価される。一方実用化に向けては、多ビット化、高速性と低消費電力の両立、長波長化などの解決すべき課題があり、全光ネットワークへの適用を目指すには依然としてハードルは高い。電気的手法との比較を行い、偏光双安定性を用いるという本研究の独自の創造的アプローチの利点を実証し、小規模であっても実用になる独自の全光システムを構成することが望まれており、達成できれば技術的インパクトは非常に大きい。