

超高速非線形光学デバイスと応用電子物性分科会

Ultrafast Optical Devices as Topics of the Division of Solid State Physics and Applications

徳島大大学院 ソシオテクノサイエンス研究部

°井須俊郎

Univ. of Tokushima, Institute of Science and Technology

°Toshiro Isu

E-mail: t.isu@frc.tokushima-u.ac.jp

10 年前の応用電子物性分科会 60 周年における「応用電子物性研究、今後の進展、夢」と題した記念講演会では、短波長発光デバイスとともに光情報通信デバイスが話題の一つとして採りあげられている。今回の記念シンポジウムに当たり、その後の 10 年間に応電分科会で取り上げたテーマを振り返ると、光デバイス関連では引き続き隆盛なワイドギャップ材料関連とともに、新しい光デバイスに関連した技術として、表面プラズモン技術、メタマテリアル、テラヘルツ波デバイスなどが挙げられる。光情報通信デバイスにおいては、当時より全光ネットワーク（フォトリックネットワーク）化への発展に必要なデバイスの実現が謳われ、超高速応答特性を有する非線形光学効果を用いた光スイッチや光波長変換などの光制御デバイスの研究が進められてきた。筆者のグループでは、半導体の非線形光学応答による新たな機能の光デバイスを創出することを目指して、半導体多層膜共振器構造と量子ドットを用いた光波長変換デバイスなどについて研究を進めてきた。本講演では、応用電子物性の新たな展開となることを期待し、それらを紹介したい。

多層膜微小光共振器構造は共振器モードの波長の光強度を共振器層において著しく増大するため、非線形光学応答を高めることができ、また、半導体量子ドットは高非線形性材料として期待される。高効率性と超高速動作を兼ねそなえた面型光スイッチを実現することを目指して、我々は歪緩和 InGaAs 層に埋め込んだ 2 層の InAs 量子ドットを含んだ GaAs/AlAs 多層膜微小光共振器構造¹⁾を試作し、GaAs を共振器層とした場合と比べて約 60 倍の大きな光カー信号を観測²⁾した。また量子ドットへの Er 添加と歪緩和層の薄膜化によって、1 ps という超高速の可飽和吸収特性³⁾を得ている。また、微小光共振器を二つ結合した結合共振器構造では、二つの周波数の共振器モードが生じるので、二つの共振器モードの周波数差がテラヘルツ領域となる結合共振器構造を利用して、二次非線形光学効果によるテラヘルツ波発生素子の実現が期待できる。これまでに面内方向に二次非線形分極の生じる高指数面上の GaAs/AlAs 多層膜からなる結合共振器構造⁴⁾を作製し、フェムト秒パルスレーザ照射することにより和周波および第二高調波発生⁵⁾とともに、テラヘルツ波の発生⁶⁾を確認した。電流注入による小型高性能なテラヘルツ光発生素子の実現に向けて、二波長発振の面発光レーザの作製や非線形分極の空間構造の制御などを進めている。

1) T. Kitada, T. Kanbara, K. Morita, and T. Isu: Appl. Phys. Express **1** (2008) 092302.2) K. Morita, T. Takahashi, T. Kitada, and T. Isu: Appl. Phys. Express **2** (2009) 082001.3) K. Morita, H. Ueyama, Y. Yasunaga, Y. Nakagawa, T. Kitada, and T. Isu: to be published in Jpn.J.Appl.Phys.**52**.4) T. Kitada, F. Tanaka, T. Takahashi, K. Morita, and T. Isu: Appl. Phys. Lett. **95** (2009) 111106.5) F. Tanaka, T. Takahashi, K. Morita, T. Kitada, and T. Isu: Jpn. J. Appl. Phys. **49** (2010) 04DG01.6) K. Morita, S. Katoh, T. Takimoto, F. Tanaka, Y. Nakagawa, S. Saito, T.Kitada, and T. Isu: Appl. Phys. Express **4** (2011) 102102.