



## 【短信】研究室紹介

「新機能半導体光デバイスの創出を目指して」

八坂 洋 (東北大学)



東北大学電気通信研究所ブロードバンド工学研究部門応用量子光学研究室では、八坂洋教授と横田信英助教の2人の教員が、新機能半導体光デバイスの創出を目指して学生とともに以下のテーマの研究を進めています。

1. 超高速 (>100GHz) 半導体レーザ光源の研究
2. 小型超狭線幅 (Sub kHz) 半導体レーザ光源の研究
3. 超平坦光周波数コム発生光源の研究
4. スピン制御面発光半導体レーザ光源の研究

ここでは、上記テーマのなかで、超高速半導体レーザ光源の研究内容を紹介します。

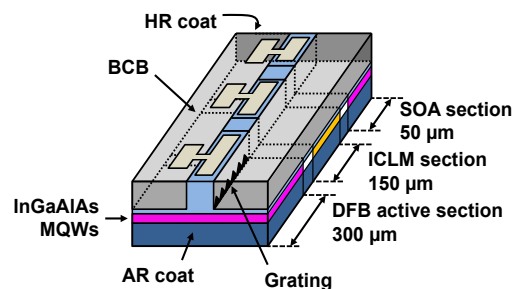
光通信システムの伝送容量増大を実現するための技術として、半導体レーザの応答速度の高速化が1つの大きなテーマとなっています。短共振器化による高速化が進められ、40GHz程度の3dB帯域が実現されていますが、十分な応答速度とはなっていません。近年、外部共振器を付与することで帰還光と発振光の相互作用を誘起し、応答特性に第2の共振ピークを発生させて帯域を拡大する試みが報告されています。この共振現象は光子共鳴 (photon-photon resonance; PPR)効果とも呼ばれており、ここ数年で少しずつ市民権を得た表現となりつつありますが、現象としては古くから知られていた効果です。この第2の共振ピークを高周波数領域へ設定して外部共振器を集積した半導体レーザ光源の応答帯域を拡大しようとしたときに問題となるのが、直接電流変調時の高周波領域の応答特性です。直接電流変調時には緩和振動周波数以上の高周波数領域の応答感度が変調周波数の自乗に反比例して急激に低下する特性を有しており、第2の共振周波数を高く設定しすぎると緩和振動周波数と第2の共振周波数の間の周波数帯の応答感度が劣化してしまい、平坦な応答特性を得ることができません。

外部共振器を集積することで飛躍的な帯域拡大を実現するには、半導体レーザの高周波領域での応答感度劣化を低減した変調方法の実現が不可欠となります。我々は高周波領域の応答感度劣化を抑制する変調法として、発振モード利得変調法と混合変調法を提案しています。発振モード利得変調法は外部からの制御光でレーザ発振モード利得を変調する手法で、本手法を外部共振器集積型半導体レー

ザ光源へ適用することで3dB帯域を59GHzにまで拡大できることを実証しています。

RF電気信号で制御可能な半導体レーザ光源の実現のために、発振モード利得変調と同様の作用を考えると考えられるレーザ共振器の内部損失を変調する手法に関して検討を進めました。しかし、共振器損失変調(ICLM)では高周波数領域での感度劣化は低減(変調周波数に反比例)できるものの、緩和振動周波数における感度ピークが大きくなりすぎ、変調時の波形劣化の要因となることが明らかとなりました。そこで、低周波数領域では比較的平坦な応答特性を有する直接電流変調法と高周波数領域の応答感度劣化の少ない共振器損失変調法を同時に作用させる混合変調法を考案し、その応答特性の数値解析、実験的検証を進めています。この検証を通して、半導体レーザ光源へ混合変調法を適用し、両変調の比率と時間差を調整することで周波数応答特性の制御が可能で、緩和振動周波数での応答感度の平坦化および高周波領域の感度劣化改善が可能であることを明らかにしています。また、混合変調法を適用することで、半導体レーザの周波数チャープ特性を決定する断熱チャープ(adiabatic chirp)を制御でき、光ファイバ伝送時の分散耐力を改善できることも明らかにしています。

現在、この変調法を導入した外部共振器集積型半導体レーザ光源により、100GHz以上の平坦な応答特性を有する光源を実現するべく研究を進めています。



研究室 HP : <http://www.yasaka.riec.tohoku.ac.jp/>

著者略歴 :

1985年九州大学大学院理学研究科物理学専攻修士課程修了。同年、日本電信電話(株)入社。同社フォトリソクス研究所にて光通信用高性能半導体光デバイスの研究開発に従事。2008年4月より東北大学電気通信研究所勤務。1993年工学博士(北海道大学)。