

横方向複合共振器面発光レーザによる高速ビームスイッチング動作

Transverse-mode coupled cavity VCSELs with high speed beam switching

○中濱 正統¹, 顧 曉冬¹, 坂口 孝浩¹, 松谷 晃宏², 小山 二三夫¹

東工大 1=精研, 2=半導体 MEMS プロセス技術センター

P & I Lab., Tokyo Tech., ○M. Nakahama, X. Gu, T. Sakaguchi, A. Matsutani and F. Koyama

E-mail: masanori.nakahama@ms.pi.titech.ac.jp

1. 背景

光ビーム偏向は光通信, センシング, イメージングなどの様々な応用が見込まれる. 従来用いられてきたポリゴンミラーなどの機械的なビーム偏向器は高速な動作が難しく, また小型化も困難であった. 本報告では, 横方向複合共振器面発光レーザ(TCC-VCSEL)構造[1]を用いた, 半導体レーザの新規な高速ビーム偏向動作を報告する.

2. 素子構造と動作原理

我々の提案するビームスイッチング動作は, VCSEL の横モードスイッチングに基づいている. Fig.1 に素子の顕微鏡写真と酸化開口の模式図を示す. 通常の VCSEL との違いは酸化開口の形状である. FSR が異なる 3 つの共振器(モードフィルタ”MF”, VCSEL, モードセクタ”MS”)がテーパで光結合されており, 複合共振器として動作する. その際, バリーニア効果によって MF と VCSEL の共振ピークが一致するモード以外は抑圧される (Fig.2(a)-(1)). 残る 2 つの横モードの選択は MS で行う. MS に電流を流さない OFF 状態では, VCSEL から MS に結合した光は吸収・放射損失を受け減衰する. 低次のモード(長波長側)ほどテーパにおける反射率が高いので, 低次モードが選択される. 一方 MS に電流注入する ON 状態では, 利得スペクトルのピークに近い高次モード(短波長側)が選択される. 放射角度は各モードの等価屈折率を用いて $\theta = \sin^{-1} n_{eq}$ と表される (Fig.2(b))[2]. 等価屈折率はカットオフ条件近傍で大きな分散を持つので, 波長制御によって大きなビーム偏向角が得られる.

3. 測定結果

Fig.3 はモードセクタ電流 0 mA と 2 mA における遠視野像であり, ビームの角度が 0°から 30°に変化している. 動特性は MS に RF 信号を印加することで評価した. 法線から 0°と 30°傾けたマルチモードファイバに出力光を結合させ, 光パワーの時間波形を同時に測定した結果を Fig.3 に示す. 8 dB 以上の消光比が得られ, 立ち上がり・立下り時間はそれぞれ 170, 230 ps であった. 角度スイッチング速度は 1.3×10^{11} %/s であり, 筆者らの知る限り最も高速である.

4. 結論

横方向複合共振器面発光レーザ構造を用いた新規な高速ビームスイッチング動作を提案し, GHz オーダーの高速動作を実証した. バリーニア効果によるモード選択を適切に行うことで, より複数のビーム間でのスイッチングが期待できる.

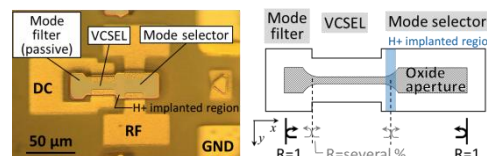


Fig. 1. Optical micrograph image and schematic of the transverse-mode coupled cavity VCSEL.

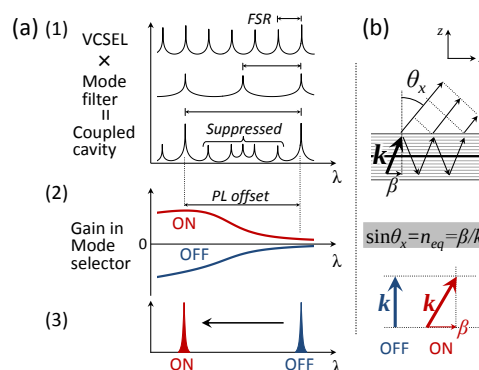


Fig. 2. Operation principle. (a) Wavelength selection. (b) Resultant beam steering.

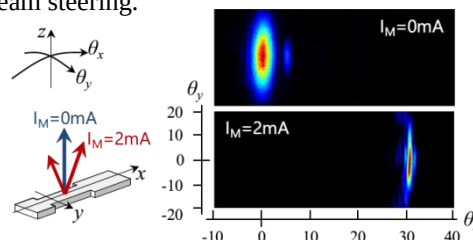


Fig. 3. FFPs at ON and OFF states.

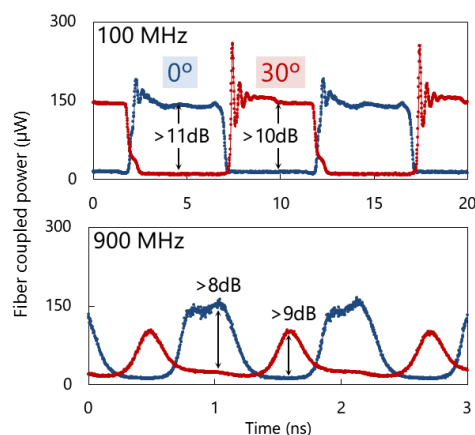


Fig. 3. Waveforms of fiber coupled power.

参考文献

- [1] H. Dalir and F. Koyama, Appl. Phys. Lett., **103**, 9, p. 091109-1 (2013).
- [2] X. Gu, et. al., IEEE Photonics Journal, **4**, 5, pp.1712-1719 (2012)