

Si フォトニクス外部共振器波長可変レーザの線幅の狭窄化

Reducing Spectral Linewidth of Si-Photonics-Based Tunable Laser

青山学院大¹, 情報機構², 早大³ ○岡田祥¹, 深澤優希¹, 松本敦², 山本直克², 北智洋³, 外林秀之¹Aoyama Gakuin Univ.¹, NICT², Waseda Univ.³, ○S. Okada¹, Y. Fukasawa¹, A. Matsumoto²,N. Yamamoto², T. Kita³, and H. Sotobayashi¹

E-mail: sotobayashi@ee.aoyama.ac.jp

近年の幹線系とメトロ系ではデジタルコヒーレント方式を用いた大容量光通信が使われている。一方で、近距離、特にデータセンタネットワークにおいてもデジタルコヒーレントによる通信の大容量化が検討されつつある。デジタルコヒーレント方式では、直交振幅変調(QAM: quadrature amplitude modulation)や位相変調方式が用いられている。これらの変調方式では、光の位相を用いているので、光源の位相ノイズ特性がシステムの性能に大きく影響する。光源の位相ノイズの大きさを示す指標として、スペクトル線幅が多く用いられ、位相ノイズが小さい場合、線幅は狭くなる[1]。本稿では Si フォトニクス外部共振器内にリング共振器だけではなく、光の Feedback 構造を設けたことにより、スペクトル線幅の狭窄化が確認されたので報告する。

図 1 に Si フォトニクスによる外部共振器フィルタと外部共振器側に AR コーティングを施した反射型光増幅器(RSOA: Reflective Semiconductor Optical Amplifier)で構成される波長可変レーザを示す[2]。Si フィルタは 2 つのリング共振器と光の Feedback 構造から構成され、RSOA は市販品(Thorlabs 社製 SAF1126C)を用い、全体としては RSOA の AR コーティング端面と Si チップの SSC を直接結合させた構造になっている。今回、Feedback 構造の無い素子と、Feedback 長が 6.1 mm, 11.6 mm の素子の 3 方式において線幅の測定を行った。図 2 にリング共振器フィルタ上に備え付けたマイクロヒータを加熱した際の波長可変特性を示す。ヒータ電力が約 0~40 mW の範囲において 17 nm の波長可変幅が得られた。印加電力 0.2 mW と 39.7 mW において SMSR(Side mode suppression ratio)は 35 dB 以上であった。

図 3 に Feedback 構造が無し、6.1 mm, 11.6 mm の 3 方式での線幅を示す。線幅の評価には、一般的な自己遅延ヘテロダイン方式を用いた。自己遅延ヘテロダイン方式によりスペクトルアナライザで測定したローレンツ型のスペクトルの線幅の半分が、光源のスペクトル線幅を示す。よって、レーザの線幅は Feedback 構造が無い素子では 125 kHz, 6.1 mm では 97.5 kHz,そして 11.6 mm では 93.05 kHz となり、線幅が一般的に 16QAM 変調で必要とされる値の 100 kHz 以下となることを示した。Feedback 構造の無い素子の単一モードの光強度は-3.33 dBm, 11.6 mm での光強度は-6.44 dBm となり、RSOA に同じ電流値 200 mA を流しているにも関わらず、光強度が低下している。これは Feedback 構造が有りまた、長いとその分だけ導波損失が発生し、光出力の低下を招いているためだと推測される。しかし、注入電流の増加に従い光強度が強くなり、線幅が細くなるという点を鑑みれば、11.6 mm の光強度が Feedback 構造無しの素子に比べて低いにも関わらず、線幅が細く、100 kHz 以下となった点を念頭に入れたら、11.6 mm の素子で同じ光強度(-3.33 dBm)にした場合には、さらなる狭線幅化が期待される。

謝辞 本研究の一部は、総務省の「電波資源拡大のための研究開発」、科学技術振興機構 CREST (JPMJCR17N2), 日本学術振興会科研費基盤 A (JP17H01277) の一環として実施された。

参考文献

[1] N. Kobayashi, PhD Thesis of Yokohama National Univ, Japan, 2018.

[2] 北 智洋他, 応物秋季学術講演会, 6p-A410-7, 2017.

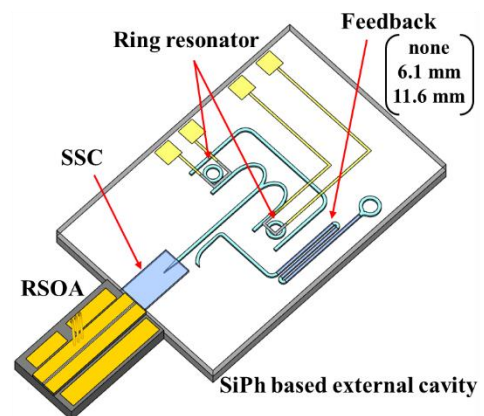


Fig.1 Schematic diagram of Si-Photonics-Based tunable laser (feedback: none, 6.1 mm, 11.6 mm)

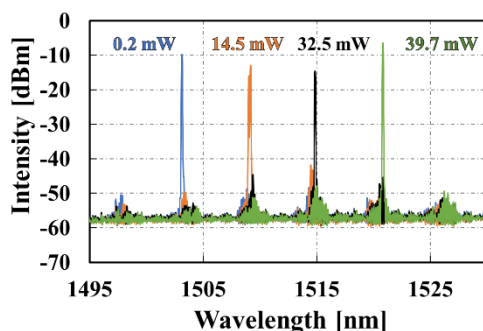


Fig.2 Superimposed lasing spectra when injection current into RSOA was 200 mA (feedback: 6.1 mm)

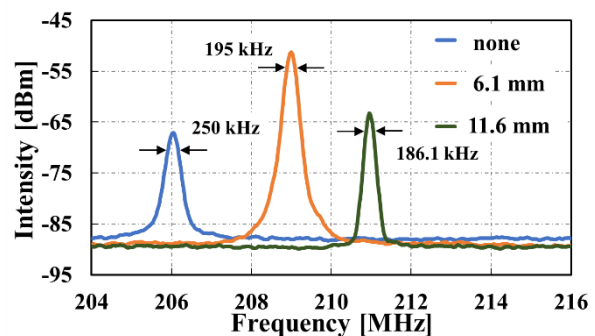


Fig.3 Linewidth when injection current into RSOA was 200 mA (feedback: none, 6.1 mm, 11.6 mm)