

Expanded-DISC方式による超高速波長変換の理論設計

中本 亮一, 坂口 淳, 上野 芳康

電気通信大学 電子工学専攻

e-mail:nakamoto@ultrafast.ee.uec.ac.jp

1 はじめに

将来のフォトニックネットワークを実現するためには、光信号を電気信号に変換すること無く光信号の波長を変換する全光波長変換が重要である。全光波長変換の方法として、半導体光増幅器(Semiconductor Optical Amplifier, SOA)による相互位相変調とマッハツェンダー干渉計を用いた波長変換(Delayed Interference Signal wavelength Converter, DISC¹)や、周波数分解能 Δf ごとに被変調光を分光し、強度と位相を調節した後合波させる、Spectrum synthesizerを用いた波長変換²が報告されている。DISCによる波長変換は320Gb/sでの動作が実証³されている。信号が高速化、短パルス化するにつれて、キャリアクーリング現象による波形歪み(=サブパルス)⁴顕著になる。サブパルスを抑制するためにSpectrum synthesizerを用いた波長変換方式Expanded-DISC方式(図1)の理論解析を行った。

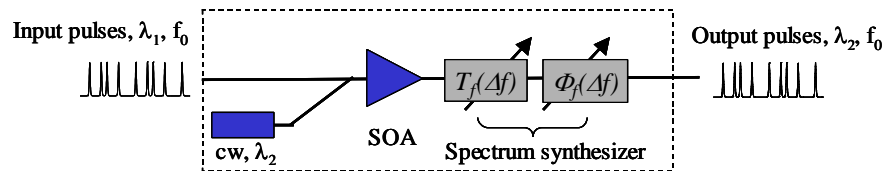


図1. Expanded-DISC方式による波長変換の構成図

2 現在までの研究成果

図2はキャリアクーリング現象の影響を受けたキャリア密度振動波形である。従来のレート方程式にキャリア密度が半分程度回復したところで、キャリア寿命 τ_1 (=10ps)が τ_2 (=50ps)に変わるというモデルを用いた。入力信号の周波数は25GHz、パルス幅は2psとした。すると、DISC出力波形(遅延時間=2ps)は図3のようになり、サブパルスが発生することがわかる。

サブパルスを抑制するために、図4のような透過スペクトルを持つSpectrum synthesizerを設計した。周波数分解能は、信号周波数と同じ25GHzである。このフィルタを用いて、擬似ランダム信号(25Gb/s、ワード長 $2^{31}-1$)を波長変換すると、時間波形は図5(a)のようになった。パターン効果があるものの、サブパルスが抑制されていることがわかる。

図5(b)は1000bit重ね書きしたアイパターンである。時間波形の消光比は14dB程度であり、良好な結果が得られた。これより、Expanded-DISC方式はサブテラヘルツの全光波長変換に有効であると期待される。

参考文献

1. Y. Ueno et al., IEEE PTL, **3** (1998) 346.
2. J. Leuthold et al., IEEE JLT, **1** (2004) 186.
3. Y. Liu et al., OFC 2006, PDP28.
4. J. Mørk et al., IEICE TRANS. ELECTRON, **7** (2004) 1126.

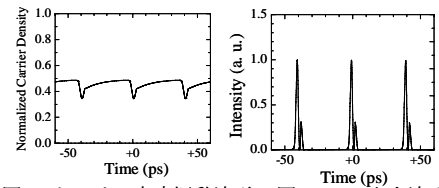


図2. キャリア密度振動波形 図3. DISC出力波形

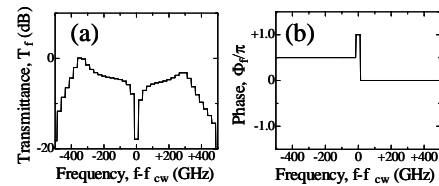


図4. Spectrum Synthesizerの透過スペクトル (a)強度透過スペクトル, (b)位相透過スペクトル

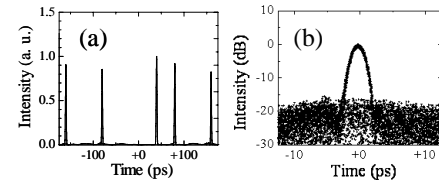


図5. Expanded-DISCによる波長変換出力 (a)時間波形, (b)アイパターン