

光 SSB-AWG 波長変換におけるフォーマット無依存性の確認

1150038 加持 真

高知工科大学 システム工学群 電子工学専攻

岩下・小林 研究室

1. はじめに

多波長を用いる WDM (Wavelength Division Multiplexing) ネットワークでは光ルータ部で波長変換が不可欠である。現状では光信号を一度電気信号に変換しているが、この方法では種々の制約がある。そこで光のまま波長変換する技術が望まれている。波長変換方式の一つに FWM (Four-Wave Mixing: 四光波混合) がある。FWM は変換波長範囲が広い反面、変換後位相反転(フォーマット依存性)や位相雑音の増加などの欠点がある。これに対して我々が提案している光 SSB 変調器を用いる方法は、フォーマット無依存および位相雑音の増加は無いと考えられる (1)。

本稿では、QPSK を光 SSB 変調器で波長変換することにより、フォーマット無依存であることを確かめるため実験を行ったのでその結果を報告する。

2. 波長変換方式の比較

FWM は 3 つの異なる周波数の光 E_i, E_j, E_k を光ファイバに入射すると光ファイバのカー効果により別の周波数 $f_i+f_j-f_k$ の光 E を発生させる現象である。この過程は

$$E = E_i E_j E_k^* \quad (*: \text{複素共役})$$

と表される。

広帯域で波長変換するために $E_i = E_j$ ($f_i = f_j$) とし、それらを光ファイバの零分散波長に合わせたものを用いる。図 1(a)のように、周波数 $f_s (= f_k)$ の信号光と周波数 $f_0 (= f_i)$ のポンプ光 E_p を用いた場合、波長変換後の信号は

$$E_c = E_0^2 E_s^* = E_0^2 |E_s| e^{j\{(2\omega_0 - \omega_s)t - \varphi\}} \quad (\varphi: \text{位相})$$

と表せる。これより、FWM は波長変換後位相が反転することによりデータが反転(フォーマット依存)してしまう。

これに対し光 SSB 変調器を用いた場合は図 1 (b)に示すようにフォーマット無依存であるので、位相反転することなく波長変換が可能である。

3. 実験構成・結果

信号の位相反転の確認は IM-DD や BPSK では影響がないため確認できない。しかし、QPSK や OFDM では信号の誤りが発生する。そこで QPSK 方式により光 SSB 方式にフォーマット依存がないことを確かめた。光 SSB 変調器を用いた QPSK 信号の波長変換の実験系を図 2 に示す。

LD(波長 1550nm)からの光を 5GS/s QPSK 変調し、25GHz で変調した光 SSB 変調器と 25GHz 間隔の AWG (Arrayed Waveguide Grating) を用いて光 SSB で 2 度変換し 50GHz 波長変換した信号をヘテロダイン検波により復調した。

図 3 に受信後ヘテロダイン検波し復調した信号のパターンを示す。図 1 (a)の場合は位相が反転するため Q アームの信号が反転され、Q アームの信号のすべてが誤りになるが、光 SSB 方式により QPSK 信号を波長変換(左シフト)した結果、QPSK 信号を左右シフトともに

変換後の信号に誤りは発生していないことを確認した。以上より提案の光 SSB 方式は波長変換でもフォーマット無依存であることを確認した。

4. まとめ

我々が提案した光 SSB 変調器と AWG を用いた波長変換による QPSK 信号の波長変換はフォーマット無依存であることが確認できた。

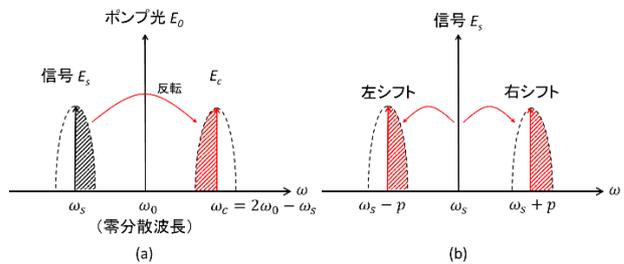


図 1 (a)FWM と (b)OSSB

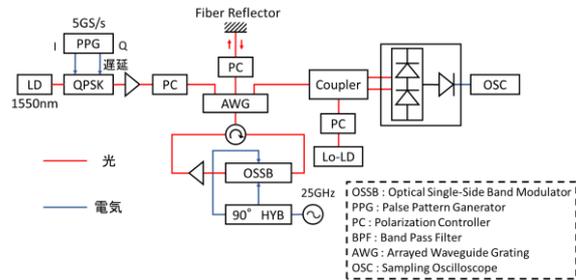


図 2 実験系

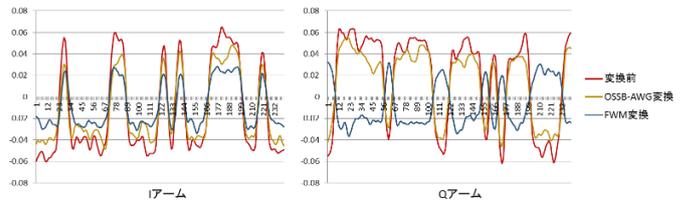


図 3 パターン図(OSSB-AWG 波長変換)