

デジタル型波長変換器による光パケットの伝送特性

1121004 川田 崇弘

電子・光システム工学科 岩下研究室

1. はじめに

WDM(Wavelength Division Multiplexing)ネットワークに用いる光クロスコネクには、波長のルーティングの際に同一経路に同一波長の信号がルーティングされた場合は波長ブロッキングが発生する。この時、別波長の光へと波長変換を行うことで同一経路へ送信が可能となり、ネットワークの大容量化が可能となる。

本報告では光SSB変調器とマッハツェンダ干渉計を用いた波長変換基本ユニットでの光パケットを用いた波長変換実験を行い、特性を測定したので報告する。

2. 波長変換基本ユニット

波長変換基本ユニットは光SSB変調器(OSSB)とマッハツェンダ干渉計(MZI)から構成される。^[1]光SSB変調器は周波数 f_m で変調し光周波数変換器として用いる。マッハツェンダ干渉計の出力特性が入力信号の光周波数に依存して変化することを利用し、基本ユニットへ入力された光信号に対して $\pm 2f_m$ 波長変換が可能である。

3. 光パケットスイッチング伝送実験

波長変換基本ユニットを用いて $\pm 2f_m$ 波長変換での光パケット伝送実験を行った。光SSB変調周波数 $f_m=25\text{GHz}$ とした。図.1に測定系の構成を示す。光源には波長可変レーザ(TLD)を使用し、波長1547nmの光を両極型のLN変調器(Mod.)で10Gbpsの光パケット信号に変調した。この際、連続したスイッチ動作を観測するため、変調された信号(フレーム長 $10\mu\text{s}$ 、フレームギャップ $20\mu\text{s}$)を分岐させ、片方の光信号を3kmのファイバーで遅延させ、再び合波を行うことでフレーム長 $10\mu\text{s}$ 、フレームギャップ $5\mu\text{s}$ を有する擬似パケット信号とした。この光信号を光増幅器(OAMP)で増幅し、光増幅器によって付加されたASE(Amplified Spontaneous Emission)雑音を除去するためにバンドパスフィルタ(BPF)を用いた。ここでマッハツェンダ干渉計(PLC-MZI)へと通し、 $2f_m$ 分波長変換を行う。ループ中にはループ損失を補うために光増幅器を挿入した。また、ASE雑音除去のためにバンドパスフィルタを挿入した。そして、PPGよりアップとダウンの波長変換間でのバイアス差を振幅としたパースト信号を光SSB変調器へ入力することで、 $\pm 2f_m$ の変換の連続した切り替えを行い、AWGにてアップおよびダウンの変換の光信号を2つの出力ポートに交互に出力し、それぞれのパルス波形を観測した。

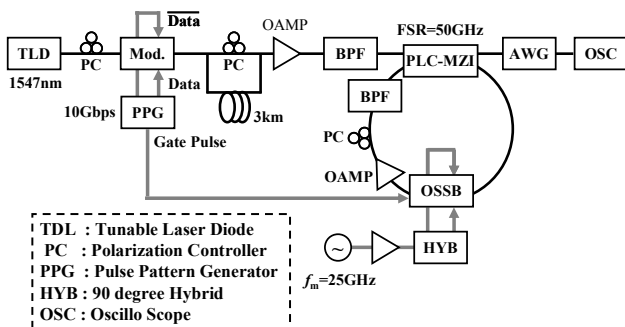


図.1 光パケット伝送測定系

4. 測定結果

図.2に連続スイッチされたアップおよびダウン変換信号スペクトルとAWGにて分岐させた両波長変換信号のスペクトルを示す。また、図.3に変調信号、スイッチ前の信号、スイッチ後のアップおよびダウン波長変換信号それぞれのパルス波形を示す。スイッチされた両波長変換の光信号においてパルス列を観測することができた。ここで、理論上、キャリア成分は光SSB変調器内のマッハツェンダ干渉計のアームの足し合わせで打ち消し合って消去される。しかし、図.2の両波長変換においてキャリア成分の抑圧が不十分なことがわかる。この原因として、変調器内の各アームの経路長が微妙に違い位相変調波が足し合わせで打ち消し合っていないのではないかとと思われる。この問題を解決し、キャリア成分を抑圧してスイッチングを行うことで、より高精度な光パケット信号のスイッチ伝送が可能であると思われる。

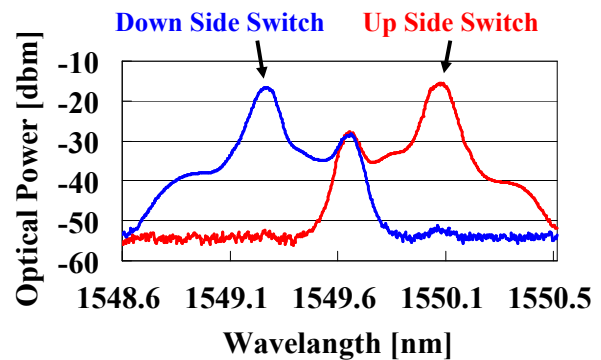


図.2 スwitchingスペクトル

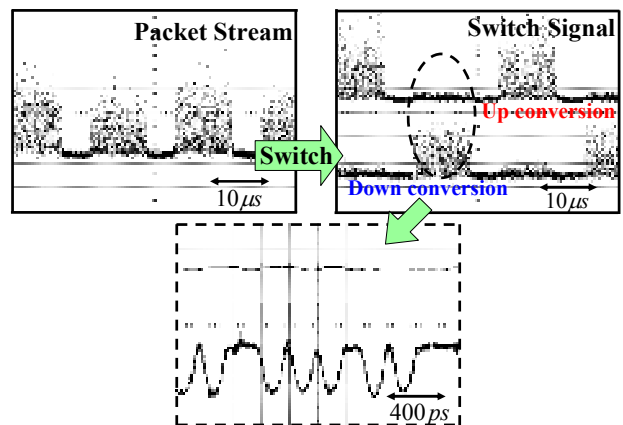


図.3 スwitchingパルス信号

5. まとめ

波長変換基本ユニットを用い、10Gbpsの信号光に対し $\pm 50/\text{GHz}$ 分の波長変換を行い、アップおよびダウン波長変換において光パケット信号のスイッチ動作を観測することができた。