

修士学位論文要約（平成29年 3 月）

5~10 Tbit/s/ch 光ナイキストパルス伝送に関する研究

鈴木 大貴

指導教員：中沢 正隆

Study on 5~10 Tbit/s/ch Optical Nyquist Pulse Transmission

Daiki SUZUKI

Supervisor: Masataka NAKAZAWA

Recently, the demand for single channel Terabit per second transmission has been growing. In this work, I successfully demonstrated 5.12 Tbit/s/ch (1.28 Tbaud) polarization-multiplexed DQPSK transmission over 300 km using an optical Nyquist pulse by taking advantage of the high PMD tolerance. Furthermore, I demonstrated fundamental experiment of 10.2 Tbit/s/ch (2.56 Tbaud) Nyquist pulse generation and demultiplexing. The possibility of 10.2 Tbit/s/ch-150 km transmission is also investigated in terms of second-order PMD-induced crosstalk.

1. はじめに

近年のインターネットトラフィックの急速な増大は留まることを知らず、光通信におけるバックボーンネットワークの高速化は重要な課題である。その基盤技術の 1 つとして光時分割多重(OTDM: Optical Time Division Multiplexing)方式が注目されている。しかし超高速 OTDM 伝送では送信用光源として超短パルスを用いることから波長分散や偏波モード分散の影響により伝送距離が制限される。特に超短パルス伝送で影響が顕著となる 2 次 PMD は補償が困難であることから、伝送性能を劣化させる支配的要因となっている。近年これらを克服するための技術として光ナイキストパルス¹⁾が提案されている。光ナイキストパルスを用いることで 2.56 Tbit/s/ch の伝送速度で従来のガウスパルスでは 300 km が限界であった伝送距離を 525 km に拡大することに成功している²⁾。本研究ではこの光ナイキストパルスを用いることにより、5.12 Tbit/s/ch (1.28 Tbaud)-300 km 伝送を達成するとともに、10.2 Tbit/s/ch (2.56 Tbaud)伝送の基礎実験に成功した。

2. 光ナイキストパルスとは

光ナイキストパルスはその形状がナイキストフィルタのインパルス応答で与えられる光パルスである。図 1 に 1.28 Tbaud 伝送用光ナイキストパルス(ロールオフ率 $\alpha=0.5$)およびガウスパルスの時間波形と周波数スペクトルを示す。図 1 においてガウスパルスのパルス幅は 40 %のデューティ比を想定し 300 fs としている。図 1(a)のようにナイキストパルスはシンボル間隔ごとに振幅が 0 となるという大きな特徴を有している。この特徴を活かしてシンボル間隔ごとにナイキストパルスをインターリーブすることによって、シンボル点にお

いて符号間干渉を生じずに時間多重信号を生成することが出来る。また、図 1(b)で示した周波数スペクトルにおいて、パワーが-20 dB となる幅を比較すると、ナイキストパルスはガウスパルスの半分の帯域であることが分かる。このようにナイキストパルスはガウスパルスと比較して大幅に帯域を狭窄化できるため、波長分散や偏波モード分散に対して大きな耐力を有しており伝送距離の長距離化が可能である。

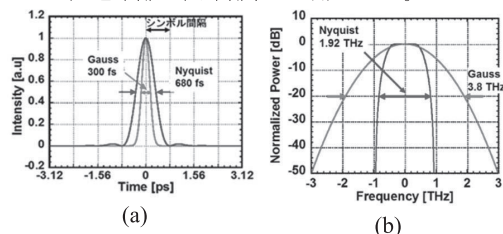


図 1 1.28 Tbaud 伝送用光ナイキストパルスとガウスパルスの時間波形(a)とスペクトル(b)

3. 5.12 Tbit/s/ch-300 km ナイキストパルス伝送

図 2 に 5.12 Tbit/s/ch-300 km 伝送実験系を示す。送信部ではまず、送信用光源である 40 GHz モード同期ファイバレーザの出力を高非線形分散フラットファイバ中の自己位相変調を利用してスペクトルを広帯域化している。それをパルス整形器を用いて 1.28 Tbaud 伝送用のナイキストパルスへ整形し、時間多重と偏波多重を行うことによって 5.12 Tbit/s の OTDM 信号を生成した。伝送路は 300 km の分散マネージ伝送路となっている。伝送路における中継増幅器として EDFA とラマン増幅器を併用することで 300 km 伝送後の OSNR を 3.5 dB 改善した。受信部では非線形ファイバループミラー(NOLM)を用いて 1.28 Tbaud の OTDM 信号から 40 Gbaud への多重分離

