

分極反転デバイスのパラメトリック可変分散補償への適用

Parametric Tunable Dispersion Compensation Using Quasi-Phase-Matched Devices

産業技術総合研究所¹, 物質材料研究機構², 早稲田大学³, 住友大阪セメント⁴○谷澤健¹, 菊池清史^{2,3}, 杉浦かおり^{2,3}, 栗村直², 中島啓幾³, 市川潤一郎⁴, 鍛塚治彦¹, 並木周¹AIST¹, NIMS², Waseda Univ.³, Sumitomo Osaka Cement. Co., Ltd.⁴○K. Tanizawa¹, K. Kikuchi^{2,3}, K. Sugiura^{2,3}, S. Kurimura², H. Nakajima³,J. Ichikawa⁴, H. Kuwatsuka¹, and S. Namiki¹

疑似位相整合(QPM)を実現する分極反転デバイスの $\chi^{(2)}$ 非線形性を用いたパラメトリック波長変換技術は, その高い効率から様々な分野に応用が広がっている. 1.55 μm 光通信波長帯では, 和周波(SFG)・差周波(DFG)カスケード発生を用いることで, 汎用のエルビウム添加光ファイバンプを使って可変の光パラメトリック波長変換が実現できる[1]. 我々は, この技術を光パラメトリック可変分散補償(P-TDC)と呼ばれる, パラメトリック波長変換と波長依存性をもつ分散媒質を組み合わせた新たな可変分散補償方式に適用することを提案している. これまでに, 高効率な接着リッジ導波路(ARW)型の QPM 波長変換デバイスを作製し[2], P-TDC による 43Gb/s の光強度変調信号の分散補償を実証した[3]. 本稿では, QPM 波長変換デバイスの P-TDC への適用要件を明らかにし, この実験結果を紹介する.

図 1 に QPM-ARW を用いる P-TDC の構成と動作原理を示す. パラメトリック波長変換を行うために, 変調信号光に加えて 2 つの励起光を QPM-ARW モジュールへ入力する. まず, モジュールの位相整合周波数に対して対称に配置された信号光 ω_s と, 励起光 ω_{p1} との SFG により $\omega_{SF} = \omega_s + \omega_{p1}$ の周波数の SF 光を得る. 次に, この SF 光と励起光 ω_{p2} との DFG により変換周波数 $\omega_1 = \omega_{SF} - \omega_{p2}$ の光が発生する. これらの過程は一つの QPM-ARW 中で同時発生する. 励起光周波数 ω_{p2} を可変することで QPM を保ったまま周波数チューニングが実現できる. 変調信号がコピーされた周波数 ω_1 の変換光は, 光フィルタにより抜き出され, 分散補償ファイバ(DCF)を伝搬することで, 分散が印加される. 図中に示すように分散が周波数依存をもつことから変換周波数 ω_1 を変えることで可変分散補償を実現する.

P-TDC への適用において QPM-ARW に求められる要件は, a) 40Gb/s 以上の変調信号に対応するための 100GHz 程度の帯域, b) 信号品質劣化を防ぐ高い変換効率, c) C-band の信号波長で動作するための 1565nm 近傍の位相整合波長の三つである. 図 2 に作製した QPM-ARW の特性を示す. 上記要件を満たす特性となっており, 実験により SFG-DFG カスケード波長変換で, C-band 波長域において QPM を保ったまま 40nm 以上の波長チューニングを実現できることを確認した[4].

図 3 に 53.2km の SMF を伝搬した波長 1560nm の 43Gb/s NRZ-OOK 信号を P-TDC により分散補償した結果を示す. P-TDC のポンプ波長を 1569.7nm および 1585.2nm に設定し, 信号を 1545nm に波長変換することで, 53.2km の SMF の分散を 0.8dB のパワーペナルティで補償した.

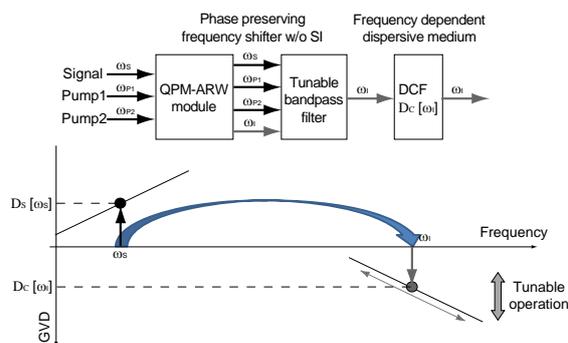


Fig. 1. Configuration and operating principle of P-TDC based on cascaded SFG-DFG of QPM-ARW module.

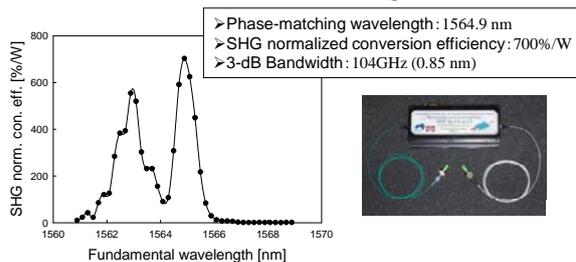


Fig. 2. Measured SHG normalized conversion efficiency and photograph of QPM-ARW module.

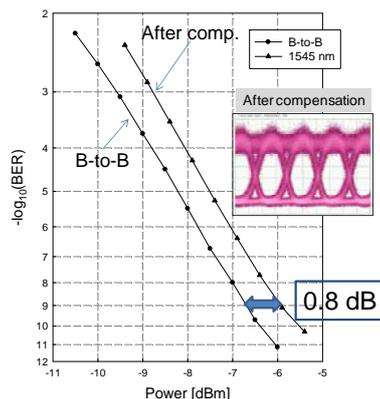


Fig. 3. BER characteristics and eye-diagram after dispersion management by P-TDC.

- [1] Y. H. Min, et al., *OFC '03*, pp. 767-768, paper FP4, 2003.
- [2] S. Kurimura et al., *Applied Physics Letters*, 89, 191123, 2006.
- [3] K. Tanizawa, et al., *IEEE Journal of Selected Topics in Quantum Electronics*, vol. 18, no. 2, pp. 593-599, 2012.
- [4] K. Sugiura, et al., *CLEO: 2011*, paper CTuL3, 2011.