フォトニック結晶スローライト導波路での動的制御による光パルス圧縮 (II)

Optical Pulse Compression by Dynamic Tuning in Photonic Crystal Slow-Light Waveguide (II)

横国大工·院工, ⁰近藤 圭祐, 石倉 徳洋, 田村 卓也, 馬場 俊彦

Yokohama Nat'l Univ., ^OKeisuke Kondo, Norihiro Ishikura, Takuya Tamura, Toshihiko Baba

E-mail: kondo-keisuke-vs@ynu.jp

光パルスの圧縮ではソリトン効果を用いる方法がよく知られているが, Si の導波路中では, 石英系通信 波長帯(1550 nm 付近)の光は二光子吸収 (TPA) で自由キャリアを生じるためソリトンを形成しにくい^{1,2}. 前回, 我々は制御用パルスの TPA 誘起キャリアによるスペクトル拡大と集積マルチヒータ³⁾での加熱によ る分散制御を利用し, Si の格子シフト型フォトニック結晶導波路 (LSPCW)³⁾での圧縮率×3.3 のパルス圧 縮を実証した⁴⁾. 今回は, 実験条件を改善し, さらに高いパルス圧縮率を実証したので報告する.

提案するパルス圧縮では、(i) 制御パルスの TPA キャリアを作用させて信号パルスのスペクトルを拡げ る領域と(ii) 異常分散によって信号パルスを圧縮する領域の2 領域を LSPCW に形成する⁴⁾. 製作し た集積マルチヒータ付 LSPCW を図 1(a) に示す. また、図 1(b) は LSPCW の群遅延スペクトルを図 1(a) の各位置に対応させて並べている. LSPCW の出射側をヒータで加熱すると群遅延スペクトルは薄い線か ら濃い線のような低周波数シフトを示す. このとき、群遅延スペクトルは図 1(c) の薄い線から濃い線へ変 化した. 上記の領域(i)、(ii) での動作を満たす帯域は波長 1551 nm 付近であり、そこに信号パルスの中 心波長を設定した(図 1(c) 青点).

以上の条件下で実験を行った.制御パルスの入力タイミングに対する出力信号パルスの相互相関波 形とスペクトルのカラープロットを図2に示す.制御パルスの入力タイミングが0のとき信号パルスと同時入 力となり,正の値は信号パルスより遅れることを表す.制御パルスを入力すると,信号パルスが破線で表 す制御パルスの前方に集中して圧縮される.またこのとき,制御パルスの TPA キャリア生成による動的制 御で信号パルスのスペクトルも拡がっており,パルス圧縮は予想した通りに動作している.入力時にほぼ フーリエ限界で半値全幅 13.3 ps だったパルス(最もよいフィッティングを示したガウシアンパルスと仮定) を最大 1.4-2.2 ps (こちらは sech²パルスと仮定)まで圧縮することに成功し,圧縮率は×6.0-9.5 となっ た(圧縮後の評価値は観測した半値全幅を用いるか,フィッティング波形のそれを用いるかで異なる).

なお,本研究は NEDO 未来開拓研究の支援を受けた.

参考文献 1) Q. Lin, et al., Opt. Express, **15**, 16604 (2007). 2) 石倉ら, 2012 春季応物, 15p-E5-7. 3) N. Ishikura, et al., Appl. Phys. Lett., **100**, 221110 (2012). 4) 近藤ら, 2013 秋季応物, 18p-A3-1 (2013).



図 1 (a) 製作した集積マルチヒータ付 LSPCW と (b) その各位置での群遅延スペクトル. (c) 群遅 延スペクトル(±0.6 nm の移動平均値). (b),(c) は薄い線が非加熱時, 濃い線が加熱時. 青い丸 が信号パルス, 赤い丸が制御パルス.



図 2 制御パルスの入力タイミングに対する出力信 号パルスの (a) 相互相関波形(参照パルスは半 値全幅 1.2 ps)と (b) スペクトルのカラープロット. (a) の破線は入力時の信号パルスに対する制御 パルスの位置を表す.