

Si フォトニック結晶光偏向器で受信した信号による FMCW ビート周波数観測

Observation of FMCW Beat Frequency via Signal

Received by Si Photonic Crystal Beam Steering Device

横国大院工, °古門 優弥, 阿部 紘士, 雛倉陽介, 馬場 俊彦

Yokohama Nat'l Univ., °Yuya Furukado, Hiroshi Abe, Yosuke Hinakura and Toshihiko Baba

E-mail: furukado-yuya-sj@ynu.jp

我々は格子シフト型フォトニック結晶導波路 (LSPCW) を LiDAR に応用する研究をしている. これまでの研究において, 表面回折格子型や二重周期型の Si LSPCW 光偏向器を実証した^{1,2)}. また, Si LSPCW 光変調器と長距離ファイバによる遅延干渉計を用いてビート周波数を観測した³⁾. 今回はこの光偏向器を受信器として用いて, ビート周波数を観測した.

製作したのは格子定数 400 nm, 基本となる円孔直径 220 nm, 長さ 1500 μm の LSPCW 光偏向器である. 今回は円孔直径差 5 nm の大小円孔配列から成る二重周期構造を用いた. 測定系を図 1 に示す. LN 変調器に波長 1533.71 nm の CW レーザ光を入力し, 任意波形発生器 AWG (Keysight M8195A) によって生成した周波数チャープ信号 (変調周波数 $f = 100 \text{ MHz} \sim 600 \text{ MHz}$, 周期 $T = 10 \mu\text{s}$ のノコギリ関数チャープ) により変調した. この光を二分岐し, ファイバ ($L_{\text{Delay}} = 20 \sim 300 \text{ m}$) を含む遅延線路側の光は, ファイバコリメータを介して斜め上方から光偏向器に照射, 受信させた. 分岐させたもう一方の光は参照光とし遅延線路の光と合流後, バランスフォトダイオードで OE 変換し, スペクトルアナライザ (Tektronix MDO4104C) により観測した. この系で得られるビート周波数 f_{beat} は次式で与えられる.

$$f_{\text{beat}} = (n_{\text{fiber}} L_{\text{Delay}} / c) (B/T)$$

ここでファイバの群屈折率を $n_{\text{fiber}} = 1.45$, $L_{\text{Delay}} = 70 \text{ m}$ とすると, 上式より $f_{\text{beat}} = 17 \text{ MHz}$ と予想される. 実験結果を図 2 に示す. $L_{\text{Delay}} = 70 \text{ m}$ のとき, 実際に $f_{\text{beat}} \approx 17 \text{ MHz}$ となり, 他の L_{Delay} でも同様に理論通りの結果が得られた. また図 3 のように各スペクトルを詳細に確認したところ, 周波数チャープの周期 T に由来する櫛状スペクトルが見られた. このスペクトル間隔が最小距離分解能に対応する.

本研究は JST-ACCEL プロジェクトの援助を得て行われている.

参考文献 1) 近藤ら, 春季応物, 16p-F204-8 (2017). 2) 阿部ら, 本会 (2017). 3) 古門ら, 春季応物, 17p-F204-7 (2017).

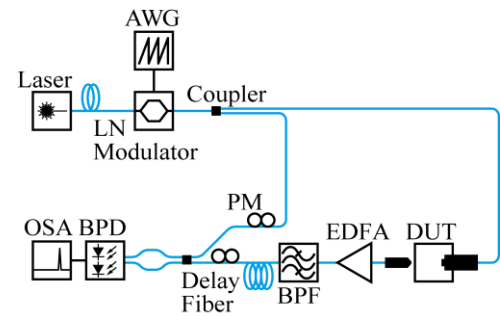


図 1 ビート周波数測定系.

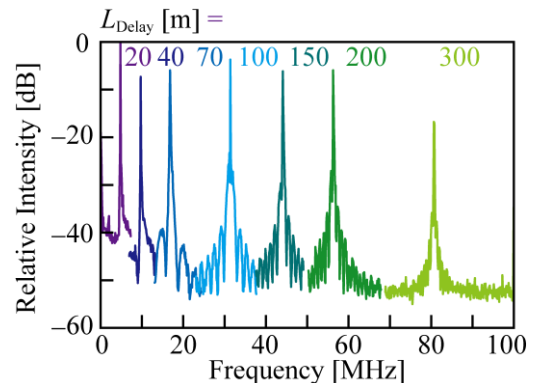


図 2 ファイバ長に対応するビート周波数スペクトル.

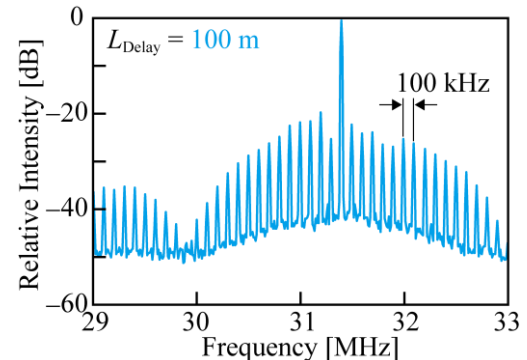


図 3 スペクトルの詳細.