

フォトニック結晶導波路におけるスローライトを利用した 高効率テラヘルツ波発生 の検討

Investigation of high efficient terahertz wave generation using slow-light in a photonic crystal waveguide

和歌山大シスエ¹, 千歳科技大², 物材機構³

○中濱 照之¹, 尾崎 信彦¹, 小田 久哉², 池田 直樹³, 杉本 喜正³

Wakayama Univ.¹, Chitose Inst. Sci. Technol.², NIMS³

○Teruyuki Nakahama¹, Nobuhiko Ozaki¹, Hisaya Oda², Naoki Ikeda³, Yoshimasa Sugimoto³

E-mail: ozaki@sys.wakayama-u.ac.jp

【はじめに】テラヘルツ(THz)波の応用技術が盛んに研究される一方で、THz 波発生技術は未だ発展途上であり、より高性能な THz 光源が求められている。そこで、本研究ではフォトニック結晶導波路(PC-WG)における低群速度(スローライト)を利用した高効率な THz 波発生法を検討した。光学非線形現象である差周波発生(DFG)を利用した THz 波発生は、室温動作かつ高強度、波長可変を同時に満たす手法として注目されている[1]。PC-WG におけるスローライトを利用すれば、光学非線形効果が増強すると考えられるため[2]、PC-WG 内での DFG による高効率な THz 波の発生が期待される。今回、この有効性を検証すべく、数値シミュレーションにより PC-WG 内のスローライトを利用した THz 波の発生とその発生効率を調べた。

【数値シミュレーション】数値シミュレーションは2次元有限差分時間領域(FDTD)法にて行った。Fig. 1 に、用いたシミュレーションモデルを示す。GaAs 薄膜に形成した空孔一列欠陥の PC-WG 内で、導波路モードに共鳴する波長 1.3 μm 帯の 2 波長パルス (ポンプ光(周波数: ω_p)およびシグナル光(周波数: ω_s)) を発生させ、PC-WG 内を伝搬した光強度をパワーモニターで計測した。両パルス光のパルス幅は 1 ps、ピーク強度は 1 W とし、差周波数を 3 THz に設定した。パワーモニターで得られた時間領域での光強度をフーリエ変換によって周波数スペクトルに変換し、差周波($\omega_p - \omega_s = 3$ THz)の強度を取得した。

【結果と考察】両パルス光の波長を PC-WG モードのスローライト領域に近づけながら、差周波強度の変化を調べた結果を Fig. 2 に示す。シグナル光の波長変化に対する THz 波のピーク強度(■)および PC-WG モードにおける群速度(Δ)をそれぞれプロットした。シグナル光の波長が PC-WG のスローライト領域(斜線領域)に漸近するに従い、群速度の低下と共に THz 波強度の増大が確認され、最大で約 3 桁の強度増大が確認された。これは、スローライトの非線形効果増強により、DFG 発生効率が増大したためと考えられる。この結果から、PC-WG のスローライトを利用した高効率な THz 波発生の可能性が示された。

[1] T. Chen, et al., J. Lightwave Technol. **30**, 2156 (2013).

[2] M. Soljačić, et al., Nat. Mat. **3**, 211 (2004).

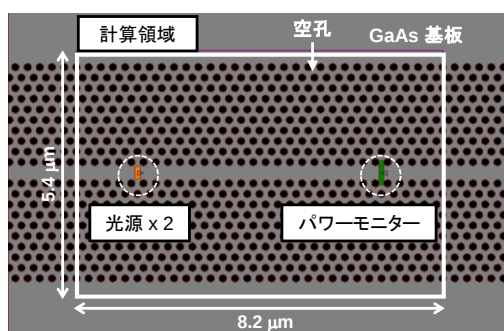


Fig. 1 Schematic illustration of the PC-WG model used in the 2D FDTD simulation.

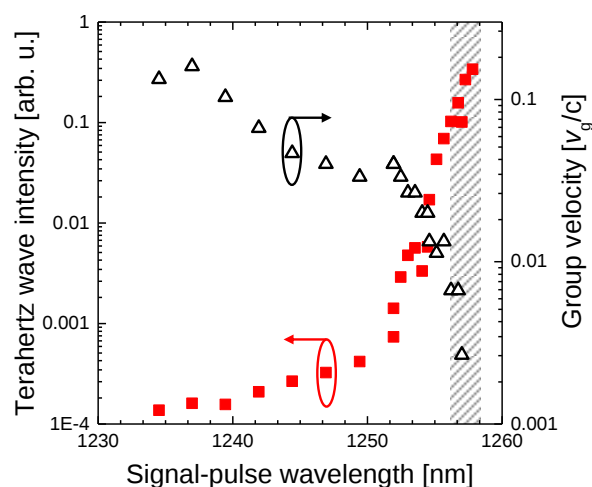


Fig. 2 DFG-THz intensity (■) and group velocity (Δ) plotted as a function of signal-pulse wavelength.