

課題番号 : F-17-NM-0060
 利用形態 : 技術代行
 利用課題名(日本語) : フォトニック結晶導波路を用いた高効率 THz 波発生 の提案
 Program Title (English) : High efficient terahertz wave generation using a photonic crystal waveguide
 利用者名(日本語) : 生野大吾
 Username (English) : D. Ikuno
 所属名(日本語) : 和歌山大学大学院システム工学研究科システム工学専攻
 Affiliation (English) : Graduate School of Systems Engineering, Wakayama University
 キーワード/Keyword : Photonic Crystal Waveguide, DFG, THz generation, リソグラフィ・露光・描画装置

1. 概要(Summary)

テラヘルツ(THz)波の応用技術が盛んに研究される一方、THz 波発生技術は発展途上であり、より高性能な THz 光源開発が求められている。本研究は、フォトニック結晶導波路の低群速度領域を利用した高効率な差周波発生(DFG)による新たな THz 光源を提案する。半導体 GaAs 薄膜を用いた 2 次元のフォトニック結晶導波路(PC-WG)は、高い光閉じ込め効果と、特異な分散関係による低群速度周波数を有するといった特長がある。これらの特性により、DFG 効率がバルク結晶に比べ非常に高まると予想される。今回、フォトニックバンドの数値シミュレーションにより最適化された PC-WG の構造パラメータを決定し、得られたパラメータをもとに実際に PC-WG を作製した。

2. 実験(Experimental)

【利用した主な装置】

- ・ 125kV 電子ビーム描画装置
- ・ 化合物ドライエッチング装置
- ・ 走査電子顕微鏡

【実験方法】

利用者所属機関(和歌山大)にて、分子線エピタキシー法を用いて AlGaAs/GaAs 薄膜を作製した。この薄膜に対し、NIMS 微細加工 PF において PC-WG 構造を作製した。PC-WG 作製に必要な構造パラメータは、和歌山大にて数値シミュレーションを行い決定した。

3. 結果と考察 (Results and Discussion)

数値シミュレーションは 2 次元有限差分時間領域法にて行った。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 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計測した。計測さ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。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. 1 に示す。シグナル光波長が 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(Δ)の低下と併に THz 波のピーク強度(\blacksquare)の増大が確認された。この結果から、PC-WG のスローライトを利用した高効率な DFG の可能性が示されたので、実際に GaAs 2 次元 PC-WG の作製を行った。作製した PC-WG サンプルの透過率測定から、予定された透過特性が確認できたので、今後 DFG 測定実験を行う予定である。

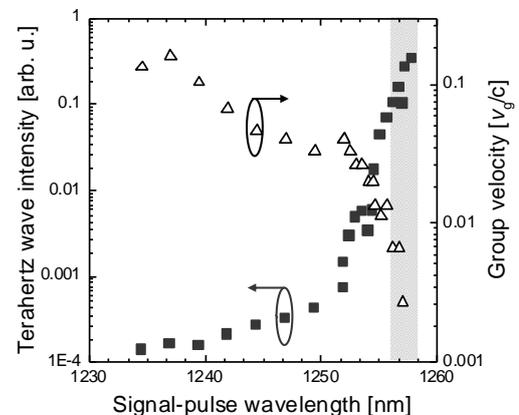


Fig. 1 DFG-THz intensity (\blacksquare) and group velocity (Δ) plotted as a function of signal-pulse wavelength.

4. その他・特記事項(Others)

なし

5. 論文・学会発表(Publication/Presentation)

- (1) 中濱照之他、電子情報通信学会 LQE 研究会、平成 30 年 1 月 25 日
- (2) 中濱照之他、第 28 回光物性研究会、平成 29 年 12 月 8 日
- (3) 中濱照之他、第 78 回応用物理学会秋季学術講演会、平成 29 年 9 月 7 日

6. 関連特許(Patent) 特許出願済み