

高効率非線形光学デバイスを目指した低群速度 2 次元 GaAs フォトニック結晶導波路の構造最適化

Low-group-velocity 2D-GaAs-photonic crystal waveguide for highly efficient nonlinear optical device

電子光工学科 小田久哉 (Hisaya ODA)

We propose a highly efficient nonlinear optical process in a two-dimensional (2D) photonic crystal waveguide (PC-WG). We designed a 2D PC-WG, which was formed by periodically perforated air-holes in a GaAs slab with partial modulation of the air-hole radius, in order to realize low-group velocity region PC-WG mode. The low-group velocity that emerges in a slow-light region of the PC-WG mode enhances an electric field of propagating pulse light and the low dispersion mode matches phases between two propagating light pulses. These contrivances can enhance the optical nonlinear phenomenon and realize highly efficient THz wave generation.

フォトニック結晶導波路(PC-WG)は光閉じ込め効果と、特定の周波数の光の群速度が著しく低下する低群速度領域が存在する。そのため、光は空間的な圧縮を受けるため、光電場が極端に大きくなることから、光と物質の相互作用が強められることで非線形光学効果が増大する。しかし、低群速度領域は特定の周波数の光のみであるため、異なる周波数もつ2つの入射光による非線形光学現象（4光波混合、和周波、差周波等）を扱う場合、2つの周波数の群速度が大きく異なるため

低群速度領域の光は、周期構造の変化に対して敏感に反応するため導波路近傍の空孔を調整することで群屈折率分散を大きく変化させることが可能である。そこで、我々は Fig.1 に示す低群速度領域を2つもつ新たな PC-WG の構造を設計した。PC-WG の導波路近傍の3列目の空孔半径 (r) を他の列の 1.4 倍に変更した。Fig. 2 にこの PC-WG 構造の群屈折率分散を2次元平面展開法により求めた結果を示す。従来型の PC-WG 構造では長波長になるのにしがい群速度が著しく遅くなるのに対し、新たな PC-WG 構造では群速度が約 $c/20$ の低群速度領域が2波長存在することが確認できる。

この結果から2つの異なる周波数による非線形光学現象を高効率に発生することが期待できる。特に差周波光の発生では未開拓の周波数帯である THz 波を発生させる新たな非線形光デバイスとして可能性が示された。

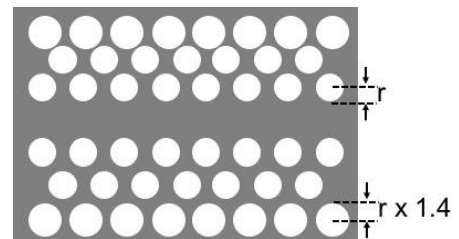


Fig. 1 新たに設計した PC-WG の構造模式図

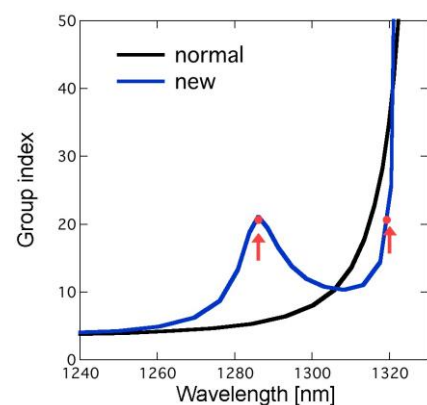


Fig. 2 新設計の PC-WG (青線) と従来型の PC-WG (黒線) の群屈折率分散