## テラヘルツフォトニック結晶導波路の伝送帯域の解析

## Analysis of Transmission Bandwidth of Terahertz Photonic-Crystal Waveguide

## <sup>O</sup>矢田 将大, 冨士田 誠之, 永妻 忠夫 大阪大学基礎工学研究科

## <sup>o</sup>Masahiro Yata, Masayuki Fujita, and Tadao Nagatsuma Graduate School of Engineering Science, Osaka University E-mail: fujita@ee.es.osaka-u.ac.jp, masahiroyata102@s.ee.es.osaka-u.ac.jp

近年, テラヘルツ波の高周波広帯域性を活かした超高速無線通信応用が注目されている<sup>1)</sup>. 我々 は小型, 平面構造で低損失にテラヘルツ波を自在に制御するための基盤技術として, テラヘルツ 波を誘電体薄膜構造へ極低損失で閉じ込め可能な二次元フォトニック結晶(Photonic crystal: PC)を テラヘルツ波集積回路のプラットホームとして着目し<sup>2)</sup>,極低損失な導波路<sup>3)</sup>や小型の合分波器 <sup>4)</sup>などを実現し, 共鳴トンネルダイオードを集積化した送受信デバイスを作製してきた<sup>5)</sup>. ここで, PC 導波路を情報通信へ応用する場合には, 伝搬損失だけではなく, 分散特性で決定される伝送帯 域にも着目する必要がある. 今回は, 我々がこれまでに極低損失導波路を実現してきた 0.3 THz 帯における理論的な伝送帯域を解析したので報告する.

図1に今回解析した PC 導波路の模式図を示す.厚さ 200 um のシリコンスラブからなる二次元 円孔三角格子 PC(周期 240 μm, 円孔直径 144 μm)の Γ-J 方向に線欠陥を導入することで導波路を形 成した. 図 1(a)に平面波展開法で解析したフォトニックバンド図を示す. 0.30 THz から 0.39 THz の周波数範囲でフォトニックバンドギャップ効果が発現し, 0.3 THz 帯に2種類の導波モードが存 在することがわかる.図1(a)の基本(0th)モードの分散曲線より算出した1 cm あたりの群遅延特性 を図 1(b)に示す. 0.37 THz 付近で群遅延が最小となった. ここで, ある帯域を考えたとき, その 帯域内での最大の群遅延差が伝送帯域を制限する の. 各キャリア周波数における最大の群遅延差 から求めた伝送帯域の周波数依存性を図 2(a)に示す.また,有限積分法で解析した PC 導波路の伝 搬損失を図 2(b)に示す.図1(a)において全反射閉じ込め条件が満たされ、図2(b)において伝搬損 失が 0.1 dB/cm 以下となる極低損失帯域では、伝送帯域が 10 GHz 以下に制限される.一方、伝搬 損失を2dB/cm以下に許容すれば, 群遅延が小さいキャリア周波数0.367 THzにおいて最大36 GHz の伝送帯域が期待できる.光領域の PC 導波路において,低群速度領域における分散特性が導波 路構造の調整で改善されている 7. 同様の分散エンジニアリングによって、回路の要求に応じて 伝搬損失と分散の関係を最適化できる可能性がある.本研究の一部は、科研費の支援を受けた. [文献] 1) T. Nagatsuma et al., Opt. Express 21 (2013) 23736. 2) R. Kakimi et al., Nature Photon. 8 (2014) 657. 3) K. Tsuruda et al., IEEE MWP (2013) 9. 4) M. Yata et al., MWP/APMP (2014) 40. 5) 矢田 他, 本応物学会. 6) R. Olshansky and D. B. Keck, Appl. Opt. 15 (1976) 483. 7) Y. Hamachi et al., Opt. Lett. 34 (2009) 1072.







