

# フォトニック結晶導波路と金属線路の広帯域高効率結合の設計

## Design of Broadband and Highly Efficient Coupling between Photonic Crystal Waveguide and Metallic Line

阪大基礎工<sup>1</sup>, ローム<sup>2</sup> 〇愈 熊斌<sup>1</sup>, 山田 諒明<sup>1</sup>, 金 在瑛<sup>2</sup>, 富士田 誠之<sup>1</sup>, 永妻 忠夫<sup>1</sup>

Osaka Univ.<sup>1</sup>, Rohm Co., Ltd.<sup>2</sup> X. Yu<sup>1</sup>, R. Yamada<sup>1</sup>, J. Kim<sup>2</sup>, M. Fujita<sup>1</sup>, T. Nagatsuma<sup>1</sup>

E-mail: [u787204k@ecs.osaka-u.ac.jp](mailto:u787204k@ecs.osaka-u.ac.jp)

光波と電波の間の周波数を有するテラヘルツ帯は、フォトニクスとエレクトロニクスの極限領域に位置するため、そのデバイス技術は発展途上である。我々は、テラヘルツデバイスの集積化に向けて、2次元フォトニック結晶(Photonic Crystal: PC)スラブに着目し、0.1 dB/cm 以下という極低損失なテラヘルツ導波路を実現してきた[1]。一方、テラヘルツ帯の小型能動素子として、共鳴トンネルダイオード(Resonant Tunneling Diode: RTD) [2]やショットキーバリアダイオードなどの電子デバイスが有望である。我々はPC導波路とRTDを集積化したデバイスを報告してきた[3-6]が、その結合効率は最大50%であり、3 dB帯域は14 GHzに制限されている[6]。

今回、PC導波路と電子デバイスのさらなる高効率結合と広帯域動作に向けて、PC導波路と金属線路との高効率結合に関する検討を行ったので報告する。

これまで我々は、八木・宇田アンテナと同様な誘導器と反射器からなる共振型の金属アンテナを有する構造をPC導波路表面に形成することでPC導波路中を伝搬してきたテラヘルツ波を表面に誘導し、結合させる方法を提案した[5]。これによって50%の結合効率を実現できた[6]が、共振現象を利用するため、動作帯域が制限されていた。そこで、今回は図1に示すような共振構造を有さないコプレーナストリップ(Co-Planar Strip: CPS)線路とPC導波路を接続する構造に関する検討を行った。これは、厚さ200  $\mu\text{m}$ のSiスラブに周期240  $\mu\text{m}$ で円孔三角格子を形成したPC導波路の一部を切り取り、厚さ100  $\mu\text{m}$ のInP基板上に全長320  $\mu\text{m}$ のCPSテーパ構造を形成したチップを導入した構造である。この構造では、CPS中の幅6  $\mu\text{m}$ の金属線路間に閉じ込められたテラヘルツ波を幅約270  $\mu\text{m}$ のPC導波路と断熱的に接続するため、金属線路間の幅を徐々に広げるテーパ構造を導入している。ここではCPSとPC導波路の結合効率を高くするため、CPSを形成する面をPC導波路の電界の強いスラブ中央と一致させた。

図2に電磁界シミュレーションで求めたCPSとPC導波路の結合効率の周波数依存性を示す。こ

で結合効率は、長さ3 mmのPC導波路の伝搬損失および、WR-3導波管への接続損失を含む。最大の電力結合率は67%であり、3 dB帯域は70 GHzという従来構造の約5倍の広帯域特性が得られた。今後、今回設計した構造を作製し、実験的にその有用性を検証する予定である。

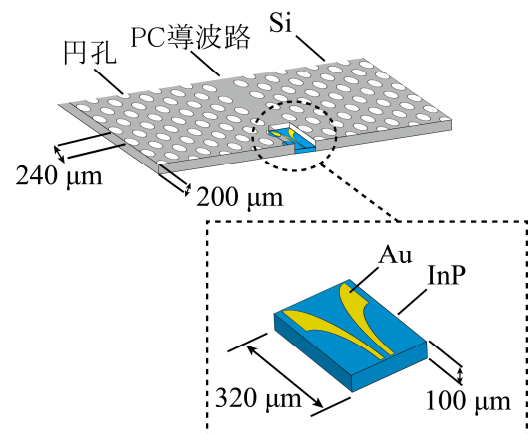


図1 設計したPC導波路と金属線路の結合構造

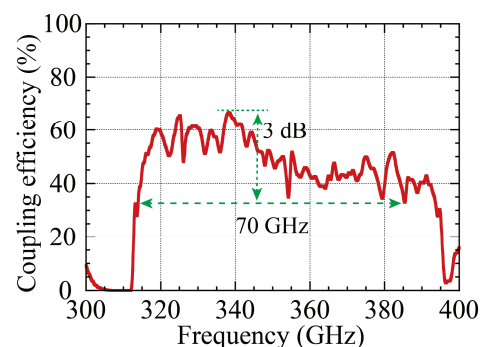


図2 結合効率の周波数依存性

謝辞: 本研究の一部は、JST CREST(#JPMJCR1534)の支援を受けた。

### 参考文献

- [1] K. Tsuruda *et al.* *Opt. Express* **23** (2015) 31977.
- [2] S. Diebold *et al.* *Electron. Lett.* **52** (2016) 1999.
- [3] A. Suminokura *et al.* *MWP/APMP* (2014) 419.
- [4] 矢田他, 秋季応物学会 (2015) 15a-PA4-3.
- [5] 山田他, 信学ソ大, (2016) C-14-16.
- [6] 山田他, 信学総合大会 (2017) C-14-2.