

フォトリック結晶共振器による共鳴トンネルダイオード発振器の安定化

Stabilization of Resonant Tunneling Diode Oscillator Using Photonic Crystal Cavity

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

Osaka Univ.¹, Rohm Co., Ltd.² X. Yu¹, R. Yamada¹, J. Kim², M. Fujita¹, T. Nagatsuma¹

E-mail: fujita@ee.es.osaka-u.ac.jp, 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波は、高速無線通信やセンシングなどの応用が期待されている。我々は、小型集積化が可能な信号発生デバイスとして、共鳴トンネルダイオード(Resonant Tunneling Diode: RTD)に着目し、無線通信[1]やセンシング[2]応用を進めてきた。一方、RTDは発振周波数がバイアス電圧や戻り光の影響で容易に変化[3]し、雑音等の影響で発振線幅が広い[4]という課題がある。今後、RTDを、通信の高速化やセンシングの高感度化に向けてコヒーレントシステムへと展開するためには、発振周波数の安定化と狭線幅化が必要である。我々はこれまでに、RTDとフォトリック結晶(Photonic Crystal: PC)共振器を結合させ、発振を安定化させることを提案し、理論計算により実現可能性を示してきた[5]。今回、RTDとPC共振器を集積化したデバイスを作製し、その発振スペクトルを評価したので報告する。

作製したデバイスの概略を図1に示す。厚さ200 μm のSi基板を用いた周期240 μm の円孔三角格子PCスラブ中に点欠陥共振器と入出力のための線欠陥導波路を形成した。PC共振器の共振周波数とQ値はそれぞれ約330 GHzと1100である。導波路の片端には別途作製したRTDチップをハイブリッド集積化するための溝を形成し、反対側はWR-3導波管と接続するためのテーパコネクタ形状[6]を形成した。RTDチップには厚さ200 μm のInP基板を用い、スロット幅6 μm のコプレーナストリップ線路中にRTDを配置し、metal-insulator-metal (MIM)構造で共振回路を形成し、0.33 THz帯での発振が得られるようにした。ここで、RTDとPC導波路との高効率結合を実現するために八木・宇田アンテナと同様な誘導器と反射器を形成した[7]。RTDヘブローブによりバイアス電圧を印加して発振させ、WR-3導波管経由でスペクトラムアナライザにより発振スペクトルを測定した。また、比較のため、共振器の無いPC導波路を作製し、それに同一のRTDチップを結合させて測定を行った。図2に発振ピーク周波数のバイアス電圧依存性を示す。共振器の無い場合にはバイアス電圧0.55 Vから0.69 Vの範囲で発振周波数が329.5 GHzから333 GHzまで3.5 GHz変化した。一方、共振器有の場合には、上記のバイアス電圧範囲での周波数変化が800 MHzまで抑制された。図3にバイアス電圧0.58 Vにおける発振スペクトルを示す。共振器と結合させることで発振スペクトルを30 MHzから6 MHzに狭窄化できた。

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

参考文献

- [1] S. Diebold *et al.*, *Electron. Lett.* **52** (2016) 1999.
- [2] K. Okamoto *et al.*, *J. Infrared Milli. Terahz. Waves* **38** (2017) 1085.
- [3] L. D. Manh 他, 信学技報, **116** (2016) 7.
- [4] M. Asada *J. Appl. Phys.* **108**, 034504 (2010).
- [5] L. D. Manh *et al.*, ICO-24 (2017) Tu2G-03.
- [6] K. Tsuruda *et al.*, *Opt. Express* **23** (2015) 31977.
- [7] 山田他, 信学総大, (2017) C-14-2.

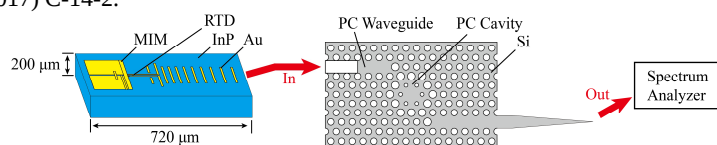


Fig.1 Schematic of RTD oscillator integrated with PC cavity

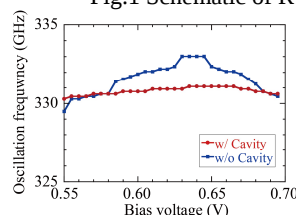


Fig. 2 Oscillation frequency versus bias voltage.

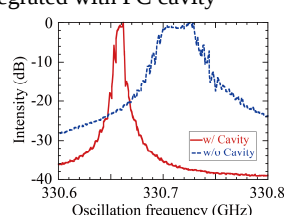


Fig. 3 Oscillation spectra at 0.58 V.