

メタフィラメントによる熱輻射光源の高効率化 Improvement of Efficiency in Metafilament Thermal Emitter

阪大工¹, フォトニクスセ² °上羽 陽介¹, 高原 淳一^{1,2}

Osaka Univ.¹, PARC², °Yosuke Ueba¹, Junichi Takaha^{1,2}

E-mail: ueba@ap.eng.osaka-u.ac.jp

我々は新たな狭帯域赤外光源デバイスの実現を目指し、金属微細構造を用いた熱輻射スペクトルの制御に取り組んできた[1]。前回の発表では、SRR (Split-Ring Resonator)を電氣的に接続したメタ表面構造に直接通電するメタフィラメント光源を提案した[2]。メタフィラメントは輻射平面で電気エネルギーを輻射エネルギーに変換するので、低熱容量で高効率な熱輻射光源が期待できる。今回はその効果の実証に成功したので報告する。

作製したメタフィラメントを Fig. 1 に示す。Fig. 1(b)のように SRR を接続すると、x 偏光の周波数 44.6 THz におけるギャッププラズモンモードのピーク値が最大となる。

200°Cに加熱した加熱分光実験結果を Fig. 2 に示す。結果、孤立 SRR と比べて 2.3 倍の輻射率増強が得られた。また外部ヒーター加熱と比べて輻射スペクトルの Q 値が 60% 向上した。これは熱源を光源表面に置いたことで基板の温度上昇が抑えられ、バックグラウンドが低減したためと考えられる。さらに、熱容量が低減したことにより、入力電力とピークにおける輻射パワー間の変換効率が 12 倍に向上した。変換効率の温度依存性を Fig. 3 に示す。ステファン=ボルツマンの法則に則って、変換効率が温度とともに上昇することも確認した。

SRR が輻射増強と加熱の 2 つの役割を担うメタフィラメント光源を実証し、より高効率な赤外光源を実現した。今後、構造の最適化と応用を進めデバイス化を図る。

謝辞 本研究の一部は日本学術振興会の特別研究員奨励費によって行った。

参考文献

- [1] Y. Ueba and J. Takahara, Appl. Phys. Express, **5**, 122001 (2012).
[2] 上羽陽介, 高原淳一, 第 74 回応用物理学会学術講演会, 18a-C14-7 (2013 年 9 月 18 日).

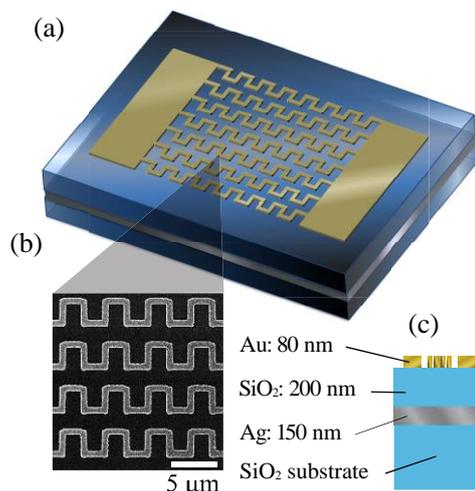


Fig. 1. Metafilament structure (a) Conceptual design. (b) SEM image. (c) Sectional view.

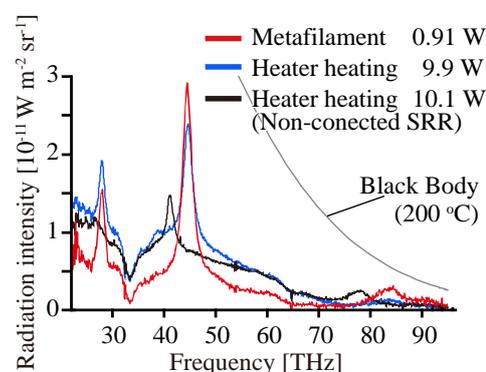


Fig. 2. Measured thermal radiation spectra.

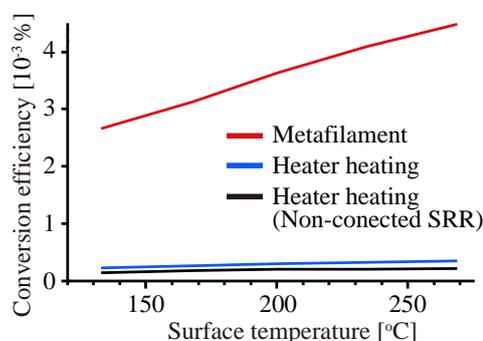


Fig. 3. Temperature dependence of input electrical power-peak radiation conversion efficiency.