

課題番号 : F-13-OS-0009, F-13-UT-0043
 利用形態 : 機器利用
 利用課題名 (日本語) : 金属メタ表面による輻射制御に関する研究
 Program Title (English) : Thermal Radiation Control by Metasurface
 利用者名 (日本語) : 高原 淳一
 Username (English) : Junichi Takahara
 所属名 (日本語) : 大阪大学 大学院工学研究科 精密科学・応用物理学専攻
 Affiliation (English) : Graduate School of Engineering, Osaka University

1. 概要 (Summary)

熱輻射スペクトルは金属表面に設けた人工構造によって制御可能である。我々はそれを金や銀の分割リング共振器の形状をした光アンテナアレイによっても可能なことを示してきた。これは SRR (Split-Ring Resonator) の二次元メタ材料 (メタ表面とよばれる) を、セラミックヒーターで加熱することによってスペクトル制御を行うものである。

今回はメタ表面がスペクトル制御と加熱の2つの役割を担う方式を提案する。つまり Fig. 1(a) のようにメタ材料を電氣的に接続し、それを電球のフィラメントのように通電加熱することで、スペクトル制御がされた熱輻射を放射させる。この方式を「メタフィラメント」と名付けた。メタフィラメントによって、より低熱容量で低消費電力の熱輻射制御光源が期待できる。

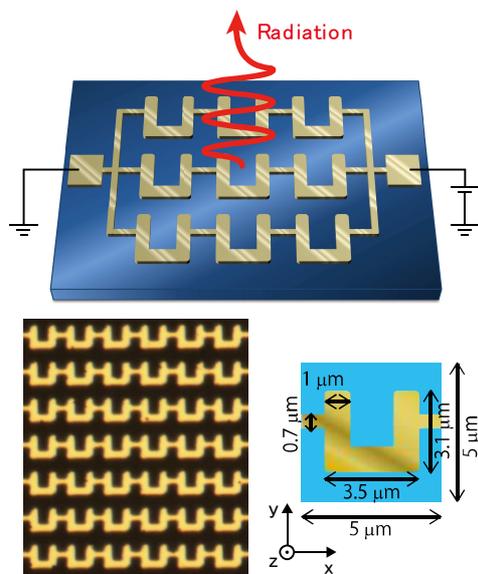


Fig.1 Structure of metafilament (a)Concept, (b)Optical microscope image, (c)Unit cell

2. 実験 (Experimental)

Fig. 1(b) と (c) に作製したメタフィラメントを示す。ガラス基板上に電子ビーム露光と蒸着 (クロム 2 nm、

金 48 nm)、リフトオフによって電氣的に接続したメタ表面を作製した。それを通電加熱とヒーター加熱の各々の方法で加熱し、熱輻射を FT-IR で分光した。

3. 結果と考察 (Results and Discussion)

200°C における加熱分光実験の結果、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、省エネルギー性が実験的に確認された。

4. その他・特記事項 (Others)

Y. Ueba and J. Takahara, "A metamaterial to convert heat to light" in SPIE newsroom, 10.1117/2.1201310.005129, 4 November (2013).

5. 論文・学会発表 (Publication/Presentation)

- 1) J. Takahara and Y. Ueba, "Thermal Infrared Emitters by Plasmonic Metasurface", Proceedings of SPIE 8818, 88180X-1-9 (2013). (Invited Paper).
- 2) Y. Ueba and J. Takahara, "Enhancement of Thermal Radiation by Split-Ring Resonator", Mo-27-P-91, SPP6, Ottawa, Canada, 27 May (2013).
- 3) 上羽陽介、高原淳一:「メタフィラメントによる熱輻射光源の高効率化」、第 61 回応用物理学会春季学術講演会 18p-F12-7 (青山学院大学)平成 26 年 3 月 18 日。
- 4) 上羽陽介、高原淳一:「メタフィラメントによる熱輻射スペクトル制御」、第 74 回応用物理学会秋季学術講演会 18a-C14-7 (同志社大学)平成 25 年 9 月 18 日。

6. 関連特許 (Patent)

なし