

課題番号 : F-15-HK-0004  
 利用形態 : 機器利用  
 利用課題名(日本語) : 表面微細構造による放射エネルギーの波長制御  
 Program Title(English) : Wavelength control of radiation using microstructures  
 利用者名(日本語) : 戸谷 剛<sup>1),2)</sup>, 尾村和信<sup>3)</sup>  
 Username(English) : T. Totani<sup>1), 2)</sup>, K. Omura<sup>3)</sup>  
 所属名(日本語) : 1) JST さきがけ, 2) 北海道大学大学院工学研究院, 3) 北海道大学工学部  
 Affiliation(English) : 1) JST Presto, 2) Fac. of Eng., Hokkaido Univ. 3) School of Eng., Hokkaido Univ.

## 1. 概要(Summary)

加熱・乾燥分野では、発火性を持つ溶剤を、溶剤の特定の吸収波長に合わせて赤外線を照射することで、乾燥温度の低温化等を目指している。この波長制御赤外線ヒーターを実現するために、金属-絶縁体-金属のメタマテリアル構造を持つヒーターを開発し、選択放射加熱効果の検証を行った。

## 2. 実験(Experimental)

### 【利用した主な装置】

コンパクトスパッタ装置、ヘリコンスパッタ装置、原子層堆積装置、ICP ドライエッチング装置、超高精細高精度電子ビーム描画装置、超高速スキャン高精度電子ビーム描画装置、電界放射型走査型電子顕微鏡、結晶分子構造解析装置、EB 加熱・抵抗加熱蒸着装置

### 【実験方法】

基板に Au 膜を成膜した後、SiO<sub>2</sub> 膜を成膜し、上部金属部のパターンを描画し、現像後、Au 膜を成膜し、リフトオフすることで、Au-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-Au のメタマテリアル構造(Au MIM 構造)を作成した。

## 3. 結果と考察(Results and Discussion)

Fig. 1 に上記方法で作成した Au MIM 構造の概略図を示す。各部の寸法は、 $h = 50 \text{ nm}$ 、 $d = 190 \text{ nm}$ 、 $f = 100 \text{ nm}$ 、 $w = 2.16 \mu\text{m}$ 、 $A = 4.0 \mu\text{m}$  である。Fig. 2 は MIM 構造の外観図を、Fig. 3 は SEM 画像を示す。ディスクパターンは、40 mm 角の範囲に描画されている。パターンの描画には、超高速スキャン高精度電子ビーム描画装置を用いて、4日間かかる。この MIM 構造を用いて加熱実験を行ったところ、黒色塗料ヒーター + 6~8  $\mu\text{m}$  の波長透過フィルタの組み合わせよりも、MIM 構造ヒーター + CaF<sub>2</sub> 窓の組み合わせの方が、37.5 %ヒーターへの投入電力を削減できることが分かった。

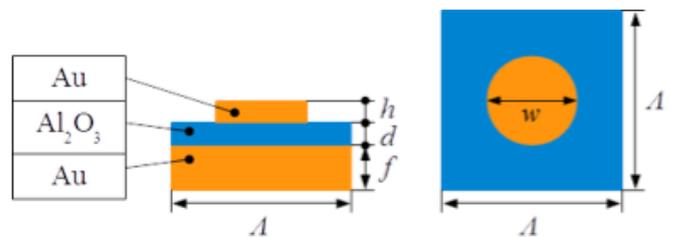


Fig. 1 Schematic of MIM structure.

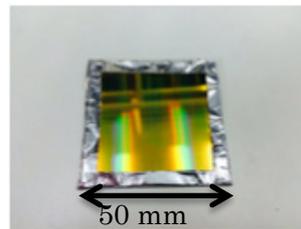


Fig. 2 Appearance of MIM structure.

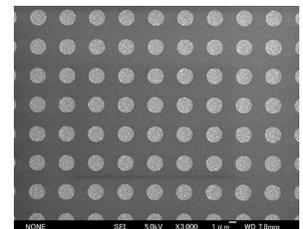


Fig. 3 SEM image.

## 4. その他・特記事項(Others)

- ・JST さきがけ「金属膜を持つ表面微細構造による放射エネルギーの波長制御」
- ・共同研究者: 日本ガイシ株式会社 近藤良夫様
- ・大西 広様(北海道大学電子科学研究所技術部)、Agus Subagyo 様(北海道大学創成研究機構ナノテクノロジー連携研究推進室)、松尾保孝様(北海道大学電子科学研究所ナノテク連携推進室)に感謝します。

## 5. 論文・学会発表(Publication/Presentation)

- (1) T. Totani, Y. Kondo and A. Sakurai, Proc. 1<sup>st</sup> Pacific-Rim Thermal Engineering Conference, PRTEC-1KL16, (2016).

## 6. 関連特許(Patent)

1 件出願中