

課題番号 : F-20-TU-0097  
 利用形態 : 機器利用  
 利用課題名(日本語) : 微細構造を用いた熱輻射のスペクトル制御  
 Program Title (English) : Microstructure based spectral shaping of thermal radiation  
 利用者名(日本語) : 清水信、ベニヤスリハブ、阿部亮介  
 Username (English) : M. Shimizu, B. Rihab, R. Abe  
 所属名(日本語) : 東北大学大学院工学研究科機械機能創成専攻  
 Affiliation (English) : Department of Mechanical Systems Engineering, Graduate School of Engineering, Tohoku University  
 キーワード/Keyword : 熱輻射、波長選択熱放射、リソグラフィ・露光・描画装置

## 1. 概要(Summary)

応用物理学や機械工学の一分野である熱工学では、熱放射を「光」ではなく「熱」として認識し、それを利用する学問的・工学的体系を構築してきた。特に熱放射スペクトル制御に関するこれまでの熱工学の分野での研究例は少ない。本研究では、熱輻射スペクトル制御による高効率エネルギー変換や熱管理を行い、通常、温度のみの関数として決定される放射スペクトル強度やスペクトル形状の制御による、高効率な熱利用システムの実現を目指す。

## 2. 実験(Experimental)

### 【利用した主な装置】

マスクレスアライナ、芝浦スパッタ装置

### 【実験方法】

波長選択性熱放射を示す熱放射体を波長選択エミッタと呼ぶ。波長選択エミッタには様々な種類が存在するが、本研究では Fig. 1 に示されるような金属表面に矩形の二次元周期的微細構造を持つ波長選択エミッタを用いた。この波長選択エミッタは微細構造の構造パラメータを制御することによって、放射スペクトルを制御し、任意の波長域において選択的に放射することができるという特徴を持っている。

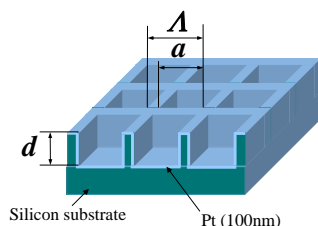


Fig. 1 Schematic illustration of a spectrally selective emitter which has two dimensionally periodic micro structures.

波長選択エミッタの設計は、RCWA法(Rigorous Coupled Wave Analysis)を用いた数値シミュレーション

を行った。表面に矩形の二次元周期的微細構造を持つ波長選択エミッタは東北大学微細加工ナノテクノロジープラットフォームのマスクレスアライナを用いたフォトリソグラフィ技術によって作製した。レジストにはOFPRを用い、2インチSiウェハ状3cm角の領域に微細構造を作製した。

## 3. 結果と考察(Results and Discussion)

開口  $a=2.8 \mu\text{m}$  の波長選択エミッタを作製した (Fig. 2 挿入図)。作製したエミッタはSEM画像から測定した結果、開口  $a=2.9 \mu\text{m}$  であり、ほぼ設計値通りの構造が作製できていることがわかった。測定した波長選択エミッタの放射率スペクトル分布を Fig. 2 に示す。放射率のピーク波長はほぼ一致していたが、ピーク幅は作製した波長選択エミッタの方が広がった。これは作製した際に、構造の断面が完全な矩形構造ではなく、開口側が若干広い台形構造になっているためであると考えられる。

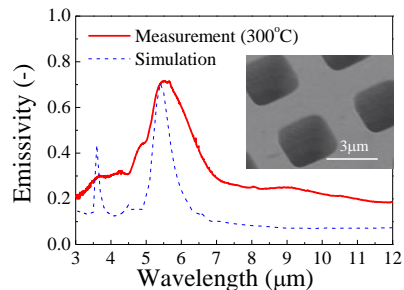


Fig. 2 A SEM image and simulation and measured emissivity spectra of spectrally selective emitter ( $A=4.9$ ,  $a=2.9$ ,  $d=2.9 \mu\text{m}$ ).

## 4. その他・特記事項(Others)

なし

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

なし

## 6. 関連特許(Patent)

なし