

課題番号 : F-21-UT-0128  
利用形態 : 技術補助  
利用課題名(日本語) : メタサーフェス構造を使った宇宙機用極低温ラジエータの開発  
Program Title (English) : Cryogenic radiator using metasurface structure for spacecraft  
利用者名(日本語) : 東浦真史<sup>1)</sup>, 太刀川純孝<sup>2)</sup>  
Username (English) : M. Higashiura<sup>1)</sup>, S. Tachikawa<sup>2)</sup>  
所属名(日本語) : 1)東京理科大学大学院理学研究科応用物理学専攻, 2)宇宙航空研究開発機構  
Affiliation (English) : 1)Graduate School of Science, Tokyo University of Science, 2)Japan Aerospace Exploration Agency  
キーワード/Keyword : リソグラフィ・露光・描画装置、成膜・膜堆積、膜加工・エッチング、メタサーフェス、ラジエータ、ふく射、宇宙機

### 1. 概要(Summary)

メタサーフェスを使った極低温域の放熱材を開発している。昨年度の M-I-M-I-M 構造(Al/SiO<sub>2</sub>/Al/Si/Al)に続き、今年度はさらに長波長、かつ、100-150 μm の広い帯域で高放射率となる M-I-M-I-M 構造(Al/Ge/Al/Si/Al)を FDTD(Finite-difference time-domain)法を用いて設計し、スパッタ装置、描画装置、エッチング装置を使って試料を作製、その分光放射率を評価した。

### 2. 実験(Experimental)

#### 【利用した主な装置】

- ・8 インチ汎用スパッタ装置
- ・高速大面積電子描画装置
- ・レーザー直接描画装置
- ・高速シリコン深掘りエッチング装置
- ・汎用高品位 ICP エッチング装置
- ・クリーンドラフト潤沢超純水付
- ・形状・膜厚・電気特性評価装置群

#### 【実験方法】

- ① M-I-M-I-M 構造を設計(自部門)
- ② M-I-M-I-M 構造をもつ放熱材の試作(東大プラットフォーム支援機関)
- ③ 放熱材の分光反射率の測定、放射率の評価(自部門)

### 3. 結果と考察(Results and Discussion)

Fig. 1 に試作したラジエータ材の表面画像を示す。M-I-M-I-M 構造上部の Al-Ge-Al が 6 種類の大きさの円で構成され、複数の周波数で共振する。さらに、誘電率の違いから、下部の Al-Si-Al においても異なる周波数で共振し、広帯域化を実現している。Fig. 2 に分光反射率の設計結果(赤線)と測定結果(青線)を示す。上部の Al-Ge-Al 構造による共振波長がやや長波長側に遷移し、下

部の Al-Si-Al 構造による共振波長が短波長側に遷移したため、波長 100 μm 付近で反射率が増加した。

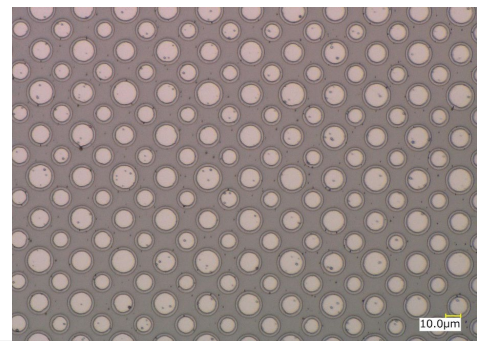


Fig. 1 Magnified view of radiator surface.

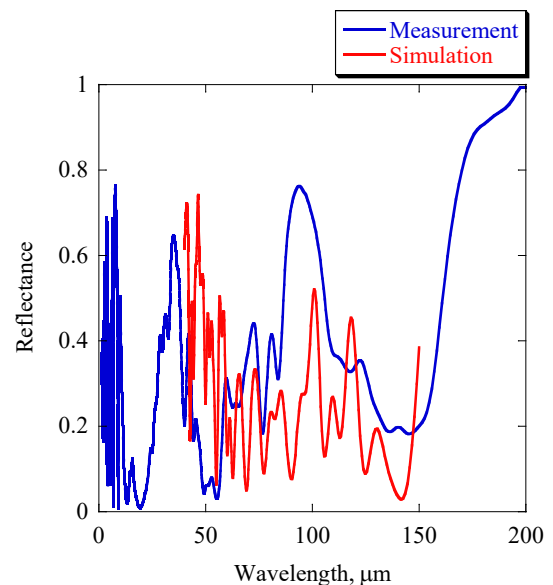


Fig. 2 Spectral reflectance of radiator.

### 4. その他・特記事項(Others)

【謝辞】東大超微細リソグラフィ・ナノ計測拠点の水島彩子様には多大なご協力をいただきました。

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

### 6. 関連特許(Patent) なし