

課題番号 : F-19-AT-0034
利用形態 : 技術補助
利用課題名(日本語) : プラズモニック・メタ表面による放射冷却素子の作製
Program Title (English) : Radiative Coolers with Plasmonic Metasurface
利用者名(日本語) : 高原淳一, 君野和也
Username (English) : J. Takahara, K. Kimino
所属名(日本語) : 大阪大学大学院工学研究科
Affiliation (English) : Graduate School of Engineering, Osaka University
キーワード/Keyword : リソグラフィ・露光・描画装置、成膜・膜堆積、メタサーフェス、プラズモニクス

1. 概要(Summary)

近年、物質表面に形成したナノ・マイクロ構造体によって熱ふく射のスペクトル、指向性や偏光をデザインできるようになった。このようなナノ・マイクロ構造体の熱ふく射におよぼす効果を応用する分野は熱ふく射制御とよばれ、材料の物性値ではなく、構造のサイズによって熱ふく射を自由に設計できる。

我々は基板表面に MIM (Metal/Insulator/Metal) 構造の光共振器を形成することにより、平面基板と比較して熱ふく射スペクトルを変化させ、中赤外線域 (8 μm ~15 μm) において特性波長のふく射率を増強できることを示してきた。

本研究では、中赤外域 (2 μm ~20 μm) における熱ふく射スペクトルを制御するための MIM 構造の共振器を作製することを目的とする。今回は特に、実際の冷却能力の評価に必要な 100 mm 角の面積を確保するために i 線露光装置 (ステッパー) を活用して、電子ビーム露光装置では達成できなかった大面積の最適化された MIM 構造の共振器を作製することができた。

2. 実験(Experimental)

【利用した主な装置】

i 線露光装置、スパッタ装置(芝浦)

【実験方法】

最初にシリコン基板の上に RF スパッタ装置により Metal/Insulator 層を形成した。その後、i 線ステッパーを使用して、最終的に Top-Metal 層に直径 0.5~2 μm 程度のディスク型パターンを作製した。今回の実験ではプロセス起因による寸法誤差を設計にフィードバックし、より精度の高い 100 mm 角のデバイスを作製し、スペクトルを計測した。

3. 結果と考察(Results and Discussion)

Fig. 1 は完成した 100 mm 角のデバイスの写真である。Fig. 2 に顕微 FTIR で実測した、パターン寸法補正後の熱輻射スペクトルを示す。狙いの波長 8~13 μm において、シミュレーションに対し平均で 104% の吸収率が得られることを確認した。



Fig. 1 Photograph of the 100 mm-squared device fabricated by using an i-line stepper.

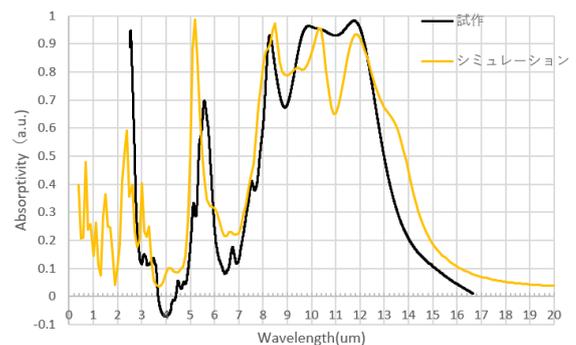


Fig. 2 Simulated and measured thermal radiation spectra after pattern correction.

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。