

課題番号 : F-17-UT-0036
利用形態 : 機器利用
利用課題名(日本語) : 熱輻射制御のためのメタマテリアル
Program Title (English) : Metamaterial for thermal radiation control
利用者名(日本語) : 伊藤晃太,
Username (English) : Kota Ito
所属名(日本語) : 豊田中央研究所
Affiliation (English) : Toyota Central R&D Labs., Inc.
キーワード/Keyword : 熱輻射制御、メタマテリアル、リソグラフィ・露光・描画装置・膜加工・エッチング

1. 概要(Summary)

波長選択熱輻射体としての応用を狙い、赤外光で共鳴する波長選択吸収体について検討している。特に、金属・絶縁体・金属の三層からなるメタマテリアルは、作成難易度が比較的低い点から、有望である。三層吸収体においては、基底モードの他に、整数倍の周波数に寄生的なモードが存在する。今回、共鳴体間の相互作用を利用することにより、寄生モードの波長を短波長側にシフトできたことを熱輻射パワースペクトル測定により確認した。

2. 実験(Experimental)

【利用した主な装置】

- ・高速大面積電子線描画装置
- ・電子顕微鏡
- ・汎用 ICP エッチング装置

【実験方法】

4インチシリコンウエハ上に、アルミ・シリコン・アルミの三層をスパッタ成膜(他機関にて実施)。電子線描画(F5112)によりレジストパターンを形成。F5112 の可変ビーム整形機能により、27 mm 角のサンプルに対し3時間以内で描画を終えることができた。レジストパターンを、ドライエッチングにより最上面アルミパターンに転写後、フーリエ変換型赤外分光装置(FT-IR)により反射率を測定(他機関にて実施)。また、メタマテリアルを400 Kにより昇温し、熱輻射パワースペクトルを測定した(他機関にて実施)。

3. 結果と考察(Results and Discussion)

Fig. 1(a)に示すように、光学共鳴体を密接配置した構造を得ることができた。測定した熱輻射スペクトルを Fig. 1(b)に示す。共鳴体間の相互作用により、二次の共鳴波長が基底共鳴波長の半分より短波長側にシフトしていることが分かる。この効果は、単一波長熱輻射体の設計に寄与すると考えられる。

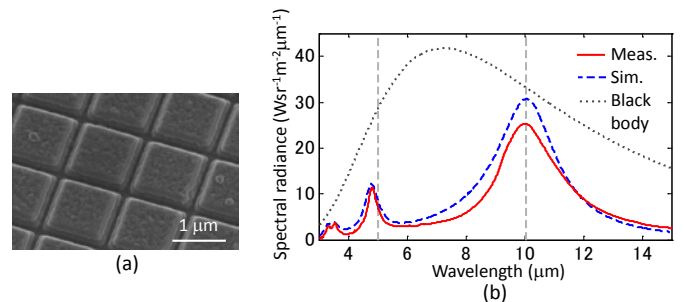


Fig. 1 (a) Fabricated metamaterial. (b) Thermal emission spectra at a temperature of 400 K.

4. その他・特記事項(Others)

プロセス装置の維持管理を担当していらっしゃる三田先生、澤村氏、岡本氏ら、またプロセス装置の使用法指導及びプロセス相談に乗ってくださった肥後先生、Lebrasseur 博士に深く感謝いたします。

5. 論文・学会発表(Publication/Presentation)

- (1) K. Ito, H. Toshiyoshi, and H. Iizuka. J. Appl. Phys. 119, 063101 (2016).
- (2) K. Ito, H. Toshiyoshi, and H. Iizuka. Opt. Express 24, 12803-12811 (2016).
- (3) K. Ito, H. Toshiyoshi, and H. Iizuka. MRS Spring meeting. NM.2.9.20 (2017).
- (4) K. Ito, H. Toshiyoshi, and H. Iizuka. 3rd NANORAD, OP003 (2017).
- (5) K. Ito, K. Nishikawa, A. Miura, H. Iizuka, and H. Toshiyoshi, ICO-24, Th1G-02 (Invited) (2017).

6. 関連特許(Patent)

なし。