

課題番号 : F-13-UT-0034
 利用形態 : 機器利用
 利用課題名 (日本語) : 波長選択近接場光輸送を促進するナノサイズピラーアレイ構造の創成
 Program Title (English) : Pillar array structured surface for enhancement of spectrally-controlled near-field radiation transfer
 利用者名(日本語) : 藤田一慧, 花村克悟
 Username (English) : K. Fujita, K. Hanamura
 所属名(日本語) : 東京工業大学大学院理工学研究科研究科機械制御システム専攻
 Affiliation (English) : Department of Mechanical and Control Engineering, Tokyo Institute of Technology

1. 概要 (Summary)

加熱された赤外線放射体に、GaSb 半導体熱光起電力電池を数百 nm まで近づけることにより、放射体表面近傍のエバネッセント波 (近接場光) を介した高密度発電が可能である。このとき、発電に必要な波長範囲 (可視域から $1.8\mu\text{m}$) のエネルギー輸送を促進するためには、周期的ピラー構造表面を用いることが有効であることが当研究室の数値計算により明らかにされている。これを実証するためには、金属表面にそのような構造を施し、近赤外域の輸送促進性を明らかにする必要がある。このため、ナノテクノロジー・プラットフォームが有する大面積高速電子線描画装置を用いて、レジストにナノオーダーの周期構造パターンを描画することが有効であると判断し、利用した。

2. 実験 (Experimental)

シリコン基板に厚さ 300nm のタングステン薄膜をスパッタし、その表面にレジストを塗布し乾燥させる。その後、高速大面積電子線描画装置によって、このレジストに幅 80nm のグリッド状チャネルの描画を行い、クリーンドラフト潤沢超純水付き中で現像を行った。当研究室にサンプルを持ち帰り、 XeF_2 ガス使用の反応性イオンエッチング装置を用い、タングステン表面に周期的ピラー構造を製作した。Fig.1(a)にその表面の SEM 像を示す。

3. 結果と考察 (Results and Discussion)

Fig.1 には、製作した構造に合わせた計算領域 (Fig.1(b)) について、有限差分時間領域(FDTD)法を用い、 x 方向に偏光した波長 $1.3\mu\text{m}$ の平行入射光を照射した場合の数値計算結果 (Fig.1(c), (d)) も同時に示

す。ピラーの側面に関しては p 偏光となる溝における電磁場強度が強くなっていることが Fig.1(c)および(d)からわかる。一方、それに直行する溝については、表面近傍に強い電磁場が生じないことがわかる (Fig.1(d))。このピラー側面および溝構造が近接成分の強調に強く関わっていることが理解できる。

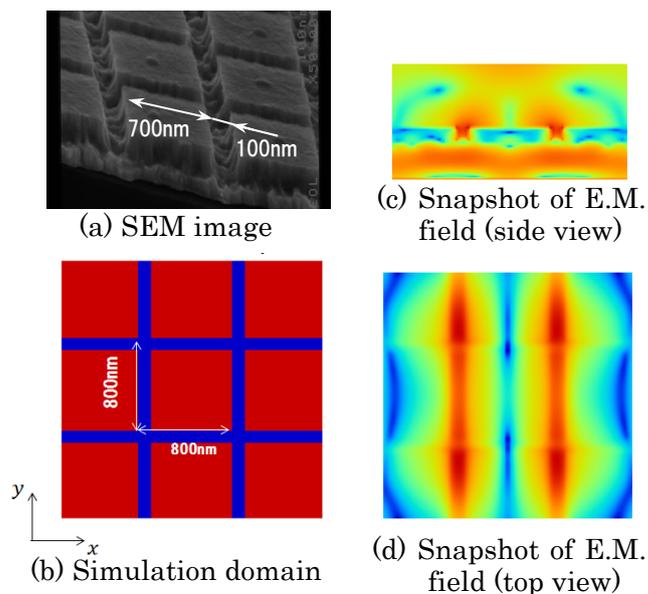


Fig.1 SEM image and electromagnetic field around pillar array structure

4. その他・特記事項 (Others)

なし。

5. 論文・学会発表 (Publication/Presentation)

(1) 藤田, 花村: 周期的ピラー構造表面の光学的特性に関する研究, 第 34 回日本熱物性シンポジウム講演論文集, 日本熱物性学会, pp. 298-300, Nov. 2013.

6. 関連特許 (Patent)

なし。