

課題番号 : F-13-TU-0019  
 利用形態 : 機器利用  
 利用課題名 (日本語) : 表面周期微細構造を用いた波長選択性熱放射によるメタン改質反応の促進  
 Program Title (English) : Promotion of methane reforming process using spectrally controlled thermal radiation  
 利用者名 (日本語) : 佐藤 博紀  
 Username (English) : Hiroki Sato  
 所属名 (日本語) : 東北大学大学院工学研究科機械システムデザイン工学専攻  
 Affiliation (English) : Department of Mechanical Systems and Design, Graduate School of Engineering, Tohoku University

## 1. 概要 (Summary)

メタン改質反応は水素及び合成ガス製造プロセスとして広く利用されているが、1000K 以上の高温反応であるため、エネルギーロスが大きい。そこで我々はメタン分子の振動を波長選択性熱放射によって活性化させる量子共鳴励起効果を用いて改質反応を促進させる方法に着目した。この方法では波長選択性熱放射、すなわち特定波長領域の放射エネルギーを利用するため熱損失が少ないという特徴がある。本研究では、波長選択性熱放射を実現するデバイスである波長選択エミッタを作製し、その光学特性の評価を行う。

## 2. 実験 (Experimental)

MEMS プロセスを用いて波長選択エミッタの作製を行った。波長選択エミッタは導波管理論に基づき、金属表面に矩形構造を周期的に配列することで実現可能である。本実験では、シリコン基板上に g 線ステッパ (CANON FPA-1550M4W) を用いてレジストパターンを作成後、Deep-RIE 装置 (住友精密 MUC-21) によってエッチングを行い、矩形構造を作製した。その後ドーパント析出防止層として Si 酸化膜をドライ酸化炉 (東京エレクトロン XL-7) にて形成した。最後にスパッタリング装置により、基板表面に Ti 及び Pt 層を製膜し、金属表面を再現した。エミッタの断面イメージを次の Fig.1 に示す。

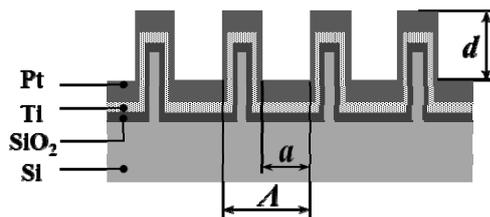


Fig. 1 The structure of selective emitter

## 3. 結果と考察 (Results and Discussion)

作製した選択エミッタの SEM 画像を Fig.2 に示す。周期的に構造を配列することができた。また、深さ方

向にも垂直にエッチングされていることがわかる。

次にフーリエ変換赤外分光強度計 (FTIR) を用いて測定した波長選択エミッタの反射率の結果を Fig.3 に示す。測定波長域は 2~8 $\mu\text{m}$  とした。結果よりメタンガスの吸収帯において高い放射特性を示すことが確認できる。また、矩形構造のサイズを変化させた場合、吸収のピーク位置が長波長側へシフトすることが確認できた。よって本手法により導波管理論に基づく波長選択性を持つデバイスを作成することができた。

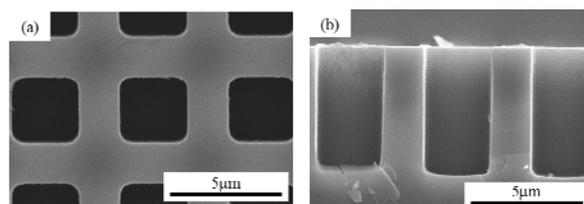


Fig. 2 SEM image of Off-resonance emitter

(a) Top view, (b) Cross section view

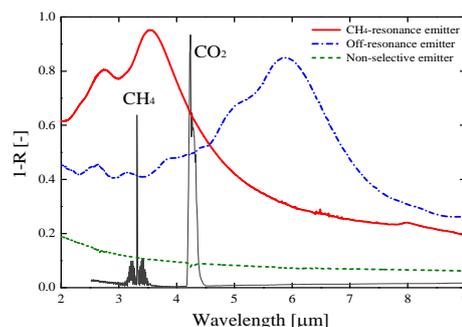


Fig. 3 Emittance spectrum and gas absorption

## 4. その他・特記事項 (Others)

参考文献

- [1]. 市川勝 天然ガス高度利用技術 NTS (2001)
- [2]. Bio-Rad Laboratories, Inc. Alle Rechte vorbehalten (2012).
- [3]. Y. Maegami, F. Iguchi, and H. Yugami, *Appl Phys Lett*, **97**, 23 (2010).

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

なし

## 6. 関連特許 (Patent)

なし