

## 近接場熱光発電に向けた Si 熱輻射光源支持構造の作製および評価(Ⅱ) —光源平坦性の評価—

Fabrication and characterization of a supporting structure of a Si thermal emitter for near-field thermophotovoltaics (II) —Characterization of flatness of an emitter—

京大院工 ○渡辺晃平, 古山隆章, 井上卓也, 浅野卓, 野田進  
Kyoto Univ. ○K. Watanabe, T. Koyama, T. Inoue, T. Asano, S. Noda  
E-mail: watanabe.k@qoe.kuee.kyoto-u.ac.jp, snoda@kuee.kyoto-u.ac.jp

[序] 高効率熱光発電を実現するためには、光源の近赤外熱輻射を増強しつつ長波長熱輻射を抑制することが重要である。これまで我々は、薄膜 Si 熱輻射光源と高抵抗 Si 基板上 InGaAs 太陽電池を光の波長以下の距離に近接させることで、近赤外域のみで黒体輻射限界を超える熱輻射伝達が実現することを明らかにした<sup>1)</sup>。また前回、上記の近接場熱輻射伝達の実証を見据えて、薄膜 Si 熱輻射光源および支持構造の試作を行い、光源加熱時の温度変化および熱伝導損失の評価を行った<sup>2)</sup>。ただし前回の試作光源は、加熱時に大きな反り ( $> 1\mu\text{m}$ ) が生じ、太陽電池との平行な近接は困難であった。今回、熱応力変形を抑制可能な新たな支持構造の試作を行い、光源平坦性の評価を行った結果を報告する。

[作製構造] 作製した薄膜 Si 熱輻射光源の顕微鏡写真を Fig.1(a)に、断面の模式図を Fig.1(b)に示す。Si 光源の大きさは  $500\mu\text{m} \times 500\mu\text{m} \times 2\mu\text{m}$  とし、幅  $50\mu\text{m}$  の L 字状の Si 梁で光源を支持している。本構造では、熱膨張による応力が光源を回転させる力に変換されるため、面垂直方向への変位が抑制され、光源平坦性を維持出来ると期待される。

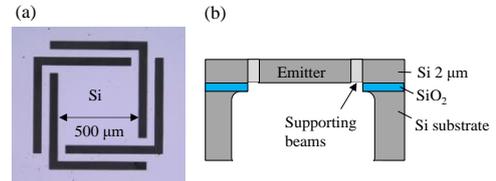


Fig. 1. (a) Microscope image of a Si thermal emitter supported by four L-shaped beams. (b) Cross Sectional view of the Si emitter.

[評価結果] 光源加熱および光源平坦性の評価に用いた測定系の概要を Fig.2(a)に示す。薄膜 Si 光源と高抵抗 Si 基板上 InGaAs 太陽電池<sup>3)</sup>を平行に対置し、裏面から微弱な白色光を照射して反射スペクトルを測定すると、基板間距離の変化に応じて Fig.2(b)に示すように Fabry-Perot 干渉が変化するため、基板間距離が推定可能となる。白色光の照射位置を  $100\mu\text{m}$  間隔で走査しながら各場所での距離推定を行い、線形補間を行うことで、光源面内の基板間距離分布を取得した。なお、太陽電池表面は平坦であるため、上記の距離分布は光源の高さ分布を反映する。光源と太陽電池を十分に離れた状態 ( $d \sim 60\mu\text{m}$ ) にて、室温および青色レーザーによる加熱時 (推定温度  $600\text{K}$ ) の光源の高さ分布 (太陽電池に最も近い部分を高さ 0 と定義) を測定した結果を Fig. 3 に示す。室温・加熱時のいずれの場合においても、L 字の梁が接続している四隅を除けば、高さ差を  $200\text{nm}$  以下に抑制できることを確認した。今後は、より平坦性の良い光源支持構造の作製を行い、光源を高温 ( $\sim 1000\text{K}$ ) に加熱した状態で太陽電池に近接させることを目指す。本研究の一部は科研費の支援を受けた。[文献] 1) T. Inoue et al., Opt. Express **26**, A192 (2018). 2) 古山他, 2018 春季応物 20a-P3-3. 3) 井上他, 2018 春季応物 19a-C301-3.

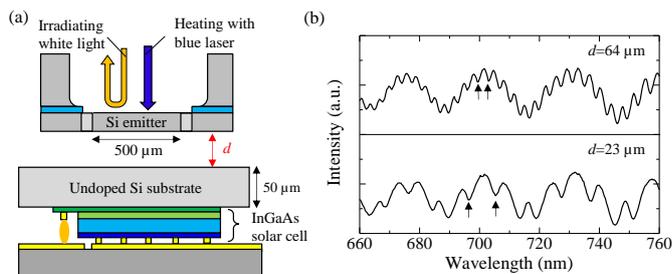


Fig. 2. (a) Experimental setup for near-field thermal radiation transfer. (b) Reflection spectra of the emitter at various gap lengths. Black arrows indicate the Fabry-Perot interference between the emitter and the solar cell.

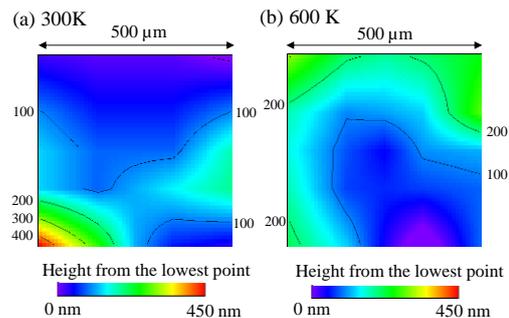


Fig. 3. Height distribution of the fabricated Si emitter without heating (a) and with heating (b).