

透明導電膜を用いた太陽光選択吸収材料の吸収特性向上

Improvement of Absorption Property on Solar Selective Absorber

Using Transparent Conductive Oxide Films

東北大院工 ○清水信、鈴木麻里、井口史匡、湯上浩雄

Graduate School of Engineering, Tohoku Univ. ○M. Shimizu, M. Suzuki, F. Iguchi, H. Yugami

E-mail: m_shimizu@energy.mech.tohoku.ac.jp

【1. はじめに】

集光型太陽熱発電 (CSP) では太陽エネルギーを損失なく熱媒体に伝達することが効率向上のために重要である。現在稼働している発電システムにおいては受光部に太陽光選択吸収材料を用いることで熱損失を低減している。太陽光のスペクトルは主に可視域に分布し、500°C程度に加熱された物体からの熱放射スペクトルは主に中赤外域に分布する。したがって太陽光選択吸収材料は可視域で低い反射率(高い吸収率)を有し、赤外域で高い反射率(低い放射率)を持つことで太陽エネルギーを良く吸収し、且つ熱放射損失を抑制することができる。システムの作動温度が高いほど変換効率は高くなるため、近年、CSPにおいて作動温度を高温化が進められている。しかし現在、太陽光選択吸収材料で600°C以上の耐熱性を持つ材料は報告されていない。さらに受光部が高温になるとふく射エネルギーのピークは短波長側にシフトするため、太陽光スペクトルとの重なりが大きくなることから、より高い波長選択性が求められる。そこで本研究では、600°C程度での耐熱性と高い波長選択性を両立する材料の開発を目的として研究を行ってきた。前回までに酸化インジウムスズ (Indium Tin Oxide; ITO) を耐熱金属上へ製膜することでITOのプラズマ波長に起因する波長選択吸収特性が得られ、ポストアニールにおける酸素分圧制御によってその波長選択吸収特性の制御が可能であることを明らかにした[1]。今回は更なる特性の向上を目指し短波長域の吸収特性を向上させるため周期的微細構造を作製した耐熱金属上へのITO製膜を行いその特性を評価した。

【2. 実験】

タンダステン (W) 基板上に干渉露光により周期的微細構造を作製し、ITOの製膜を行った。ITOはRFマグネトロンスパッタにより製膜し、真空下でポストアニール処理を行った。太陽光選択吸収材料としての性能指数 (Figure of Merit: FOM) は以下の式により求

めた。

$$FOM = \alpha_s - \frac{\varepsilon_{ht} \int E_{b\lambda} d\lambda}{C \int E_{s\lambda} d\lambda}$$

ここで α_s は太陽光吸収率、 ε_{ht} は半球全放射率、 $E_{b\lambda}$ は全放射エネルギー、 C は集光度、 $E_{s\lambda}$ は太陽光放射エネルギーである。

【3. 結果と考察】

周期的微細構造を有するW基板上へITOを製膜した試料の光学特性を図1に示す。短波長側において見られていた薄膜の干渉による反射ピークが基板表面に周期的微細構造を形成することで抑制され可視領域における反射率が低下していることがわかる。この傾向は光学シミュレーションでも同様に確認されており、微細構造における閉じ込め効果および散乱効果によって低下していると考えられる。一方、カットオフより長波長域の反射率は平滑面へ製膜した試料と同様高い値を維持していることがわかる。

この結果、性能指数 FOM は $C=100$ 、 $T=700^\circ\text{C}$

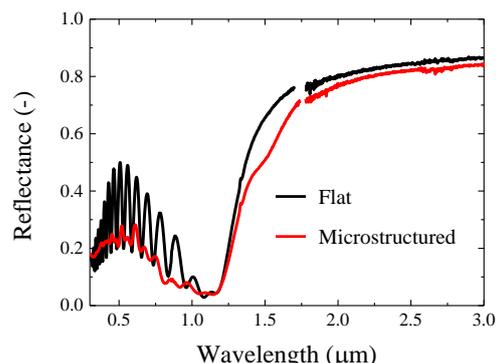


Fig. 1. Reflectance spectra of ITO coated flat W and microstructured W.

において0.7から0.8へ大きく向上し基板への微細構造形成が性能向上に大きく寄与することが明らかとなった。

【謝辞】

この研究はJST-ALCAの支援のもと行った。

【参考文献】

[1]鈴木麻里 他、第74回応用物理学会秋季学術講演会、京都、17p-A2-11