

光熱輻射分光法によるシリコン系薄膜の欠陥密度評価(Ⅲ)

Photothermal radiometry for estimation of defect density in silicon thin films (Ⅲ)

岐阜大工¹、岐阜大院工²、岐阜大次世代エネルギー研究センター³

加藤大貴¹、近藤宏紀²、石本雅人¹、吉田憲充^{2,3}、野々村修一^{2,3}

Gifu Univ., Hiroki Kato, Hiroki Kondo, Masato Ishimoto, Norimitsu Yoshida and Shuichi

Nonomura

r3024013@edu.gifu-u.ac.jp

要旨 水素化アモルファスシリコン(a-Si:H)薄膜太陽電池における欠陥密度の評価を光熱輻射分光法[1,2]により試みた。光熱輻射分光法により評価したフォトンエネルギー0.84eVにおける光吸収係数が、発電層の膜厚 200 nm – 1000 nm の範囲で 15 cm^{-1} – 2.8 cm^{-1} となり、a-Si:H 単層試料の場合とほぼ同様の結果が得られた。このことから、太陽電池構造での a-Si:H 発電層における欠陥密度が光熱輻射分光法により評価可能であることを示した。

研究目的 太陽電池の変換効率低下の要因の一つである欠陥密度の評価は、主として ESR により行われている。しかし、ESR は小面積(〜1cm²)の試料を測定対象とし、大面積試料を非破壊に測定することが難しい。本研究では光熱輻射分光法により、1 m²以上を想定した任意の面積を有する a-Si:H 薄膜にも適応可能な欠陥密度評価技術の開発に取り組んできた。本発表では太陽電池構造において発電層の a-Si:H 薄膜における欠陥密度評価が可能か、基礎的な実験を行った。

実験方法 a-Si:H 薄膜太陽電池はプラズマ CVD 法により作製した。太陽電池構造はガラス基板/a-Si_{1-x}C_x:H(p)/a-Si:H(i)/a-Si:H(n)とした。光熱輻射分光法の光源として、バンドギャップ光である He-Ne レーザー ($\lambda=633\text{ nm}$, $\hbar\omega=2.0\text{ eV}$, 出力 15mW)、欠陥吸収領域の波長である半導体レーザー ($\lambda=1470\text{ nm}$, $\hbar\omega=0.84\text{ eV}$, 出力 0~10 W)を用い、n 層側から入射した。光励起キャリアの非輻射再結合により生じた試料の温度上昇 ΔT_2 をサーモグラフィにより測定し、 $\alpha_2 = \alpha_1 I_1 V_1 r_2 \Delta T_2 / I_2 V_2 r_1 \Delta T_1$ の式から $\hbar\omega=0.84\text{ eV}$ における光吸収係数 α_2 を評価した。

実験結果まとめ 図の●印に光熱輻射分光法により評価した、a-Si:H 薄膜太陽電池における光吸収係数の膜厚依存性を示す。図より、a-Si:H 薄膜太陽電池構造の発電層膜厚が 200 nm から 1000nm に増加するにしたがい、光吸収係数は 15 cm^{-1} から 2.8 cm^{-1} へ単調に減少した。この傾向は、a-Si:H 薄膜単層試料においても観測されることから、(図の●印) 太陽電池構造でも光熱輻射分光法により欠陥密度評価が可能であることを示した。

[1]P.-E. Nordal and S. O. Kanstad, Physica Scripta, 20(1979)659.[2]P.-E. Nordal and S. O. Kanstad, Applied Physics Letter, 38(1981)486.

謝辞 本研究は NEDO の支援により行われた。

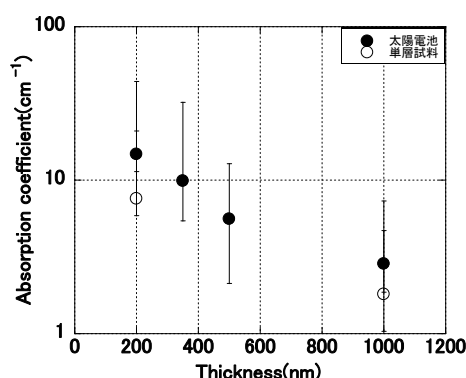


図 光熱輻射分光法により測定した光吸収係数と発電層の膜厚の関係。●は太陽電池構造、○は単層試料の光吸収係数を表す。