

## 実時間分光エリプソメトリーおよび赤外分光による a-SiC:H/a-Si:H 界面構造の評価

Characterization of the a-SiC:H/a-Si:H interface structure by real-time spectroscopic ellipsometry and infrared spectroscopy

岐阜大学 未来型太陽光発電システム研究センター ○佐藤 正規, 藤原 裕之

Gifu Univ., CIPS ○Masanori Sato, Hiroyuki Fujiwara

Email: fujiwara@gifu-u.ac.jp

【はじめに】通常の a-Si:H p-i-n 型太陽電池には、a-SiC:H(p)/a-Si:H(i) を基本とした構造が導入されているが、a-SiC:H 層上の a-Si:H 初期層を高水素希釈で成膜すると、開放電圧  $V_{oc}$  などの太陽電池特性が大きく改善することが報告されている<sup>1)</sup>。そのため、a-Si:H 太陽電池の a-SiC:H/a-Si:H 界面では、水素希釈により界面構造が大きく変化することが予想される。そこで我々は、分光エリプソメトリー(SE)と赤外分光を組み合わせた実時間観測法により、a-SiC:H/a-Si:H 界面構造を原子層レベルで評価し、さらに水素希釈が界面構造に与える影響を明らかにした。

【実験】本研究では、a-SiC:H/a-Si:H 界面構造を評価するため、a-Si:H(i)/a-SiC:H(i)/結晶 Si(基板)構造をプラズマ CVD により基板温度 190 °C で rf 出力 13 mW/cm<sup>2</sup> の条件で作製した。また、a-Si:H i 層の成膜では、水素希釈率  $R=[H_2]/[SiH_4]$  を変化させて試料作製を行った。a-SiC:H(i)/a-Si:H(i)層の成膜時には、分光エリプソメトリーおよび赤外分光による実時間観測を行い<sup>2)</sup>、赤外分光は、Si 基板を加工した ATR プリズムを基板として使用することから行った。実時間データの解析では、分光エリプソメトリーにより a-Si:H 層の膜厚を決定し、さらに赤外分光の結果を適用して、a-Si:H 層の各膜厚での水素含有量(SiH<sub>2</sub> 水素量)を算出した。

【結果】図 1 は、a-SiC:H 上の a-Si:H(R=0)成長時に観察される実時間赤外スペクトルを示している。図の青線は、成膜時間 0.5 分のスペクトルに対する波形分離の結果を示しており、赤線はそれぞれのスペクトルにおける各ピークの合計強度を示している。図 1 から確認される様に、a-Si:H(i)の成長初期過程では、SiH<sub>2</sub> のピーク強度は非常に大きく、a-Si:H 膜厚の増加と共に相対的な SiH ピーク強度が増加する。図 2 は分光エリプソメトリーと赤外分光の実時間観測から得られた結果を基に算出した SiH<sub>2</sub> 水素量を a-SiC:H(i)/a-Si:H(i)界面からの位置に対して示している。図の赤丸が解析から得られた SiH<sub>2</sub> 水素量を示しており、界面付近の SiH<sub>2</sub> 量は 50 at.%と極めて高くなっている。この解析より、a-SiC:H(i)/a-Si:H(i)界面には厚さ 5 Å の非常に薄い SiH<sub>2</sub> 界面層が存在することを初めて明らかにした。さらに、a-Si:H 層成長を水素希釈(R=10)により行うと、界面の SiH<sub>2</sub> 水素量は 27 at.%まで大きく減少した。この結果から、a-Si:H の水素希釈による太陽電池特性の改善は SiH<sub>2</sub> 界面層の除去に起因している可能性が示唆された。

1) Koh et al., Appl. Phys. Lett. **73** (1998) 1526, 2) Fujiwara et al., J. Appl. Phys. **91** (2002) 4181

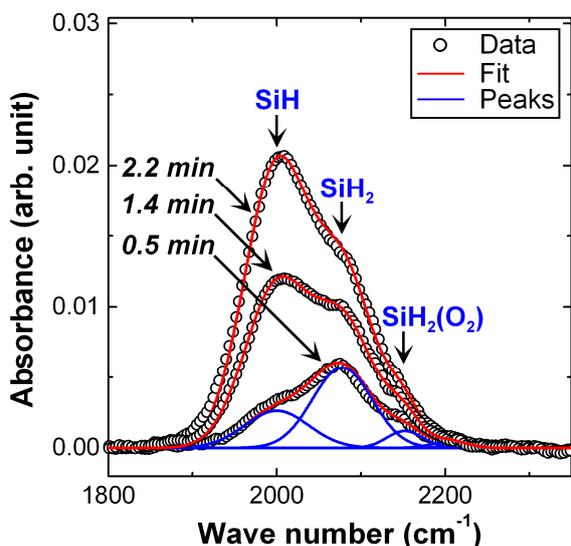


Fig.1. Real-time ATR spectra measured at 0.5, 1.4, 2.2 min during the a-Si:H(i) growth.

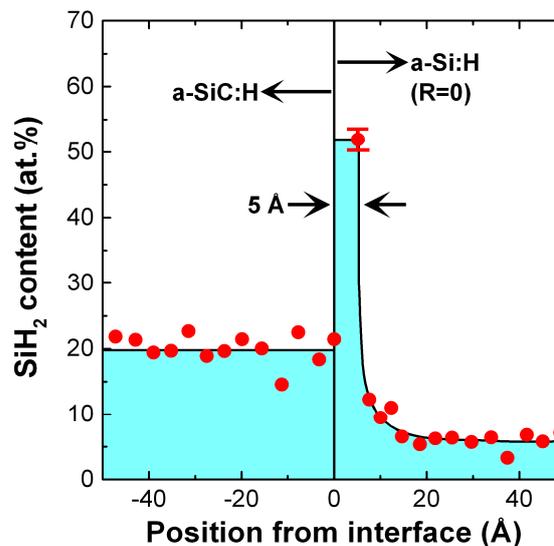


Fig.2. SiH<sub>2</sub> content versus the position from the a-SiC:H(i)/a-Si:H(i) interface.