Ion Beam Assist 法を用いた a-Si:H 膜への過剰水素添加に関する研究

Fabrication of Overdoze of hydrogen to a-Si:H Film by “Ion Beam Assist Method”

熊大院自¹, 熊大工² ◯美山和樹¹, 深純平¹, 松川誠也¹, 大津宗一郎², 吉岡昌雄², 久保田弘¹

Graduate school of Science and Technology Kumamoto Univ.¹

Faculty of Technology Kumamoto Univ.²

◯K.Miyama¹, J.Fukashi¹, S.Matsukawa¹, M.Yoshioka², O.Soutirou², H.Kubota¹

E-mail: kazuki_m@st.cs.kumamoto-u.ac.jp

1. はじめに

太陽電池の素材の一つとして a-Si(アモルファスシリコン)がある。この素材は単結晶・多結晶 Si に比べて生産コストは安価である反面、電気エネルギーへの変換効率が低いことが問題となっている。

a-Si の変換効率を改善するために、原因である結晶中のダングリングボンド(未接合手)と呼ばれる結晶欠陥(膜中に 10^{20} [個/cm³]程度存在)に H⁺を結合することで、ダングリングボンドが発生させる局在準位を減少させることができる。これにより太陽電池としての高効率化が実現し、低コストで高効率な太陽電池の生産が期待できる。

ダングリングボンドの補完する方法として、本研究室で提案している手法が Ion Beam Assist 法(IBA 法)である。IBA 法とは成膜過程においてイオンビーム照射を取り入れることにより、より深く均一に H⁺をドーピングする技術である。本研究では過剰水素の添加により、全てのダングリングボンドの補完を目指す。

2. サンプル作製・計測方法

今回の実験では、a-Si:H 膜の成膜に IBA 法をシーケンシャルに行う手法を用いる(S-IBA 法)。

S-IBA 法は、Si の成膜とイオン照射を交互に繰り返して成膜する手法である。

本実験では、この手法を用いてサンプルを製作、計測を行う。イオンビームでは、Ar⁺・H⁺のイオンを 600[eV]のエネルギーで打ち込む。イオンビーム照射によって Ar⁺はドライエッチング、H⁺はインプラントーションの作用を働く。これについてはモンテカルロシミュレーション(乱数を使用したシミュレーション)ソフト「TRIM」を用いて H⁺が到達する深さについてシミュレートし、スパッタリングレートが大幅に違うことにより、イオンビーム照射で前述の作用をそれぞれ働くことが予め明らかとなっている。また、H⁺の到達する深さとイオン濃度のピークの深さはシミュレーション結果で明らかとなっているので、H⁺イオン濃度のピークを維持した理想的な a-Si:H 膜を成膜することが可能となる。

また、計測方法としては Time-Of-Flight 法(TOF 法)を用いる。TOF 法とは伝導電子が物質中で障害物によりどの程度運動が妨げられているかを計測する方法であり、二枚の電極の間に資料を挟み、電極間のホールの飛行時間により試料中のホールの速度を決定し、それを用いてホールの移動度を測定する方法である。本実験ではホールの移動度の改善を過剰水素添加による高効率化実現の指標と設定する。

3. 実験結果

今回の実験において、IBA 法による過剰水素添加によって成膜する a-Si:H 膜の水素ドーズ量のシミュレーション結果より、 $3.01 \times 10^{23} \sim 1.00 \times 10^{24}$ [atom/cm³]ほどの過剰水素を膜中に添加することが可能であることが確認できた。これによる a-Si:H 膜のモビリティの向上を目指す。