B Cat-doping による a-Si 膜および a-Si／ITO 界面の電気特性の変化

Change in the electric characteristics of a-Si:H films and a-Si:H/ITO interfaces by B Cat-doping

北陸先端大　°秋山 勝哉，大平 圭介

JAIST, °Katsuya Akiyama, Keisuke Ohdaira

E-mail: s1610002@jaist.ac.jp

【はじめに】catalytic doping (Cat-doping)法は、加熱触媒体線での PH_3、B_2H_6 ガスの接触分解により生成したラジカルに試料を曝すことで、P、B 原子のドーピングを行う手法である。これまで我々は、a-Si:H 膜への Cat-doping の有効性を確認している[1]。今回は、a-Si:H 膜の導電率の変化に加えて、B Cat-doping 中の水素ラジカルエッチングの有無などの、より詳細な調査を行ったので報告する。また、Si ヘテロ接合太陽電池への応用を目的に、a-Si:H 膜への B Cat-doping が a-Si:H/ITO 接合の電気特性におよぼす効果も調査したので、これについても報告する。

【実験手法】表 1 に示す条件で、19.8×19.8×0.7 mm^3 の石英ガラス基板上にノンドープ a-Si:H 膜を Cat-CVD 法で約 15 nm 堆積した。次に、水素ラジカルによる a-Si:H 膜のエッチング防止を目的に、30 wt.% H_2O_2 に 10 分間基板を浸した。その後、表 1 に示す条件で、水素流量を系統的に変化させてノンドープ a-Si:H 膜への B Cat-doping を行った。エッチングおよび膜付着の有無の確認のため、a-Si:H 膜および石英ガラスについて、Cat-doping 処理前後で光透過率測定を行った。その後、5 wt.% HF に 30 秒基板を浸すことで酸化膜を除去し、Al コプラナー電極を蒸着して *I–V* 測定を行った。また、20×20×0.3 mm^3 の p 型結晶 Si（抵抗率 0.01–0.1 Ω･cm）基板上に、上記と同様に a-Si:H 膜堆積と B Cat-doping を行った。酸化膜除去後、スパッタ法により ITO を堆積し、基板の両面に Al 電極を蒸着した。最後に、200 °C の窒素雰囲気中で 7 時間アニールし、*J–V* 特性を測定した。

Table I: Conditions of intrinsic a-Si:H deposition and B Cat-doping

	T_{sub} (°C)	T_{cat} (°C)	Pressure (Pa)	Duration (s)	Gas flow rate (sccm)
intrinsic a-Si:H	160	1800	1	90	SiH_4 10
B Cat-doping	350	1800	3.9	600	2.25%B_2H_6 (He diluted) 20 H_2 0–60

【結果・考察】図 1 に、Cat-doping した a-Si:H 膜の導電率を示す。ノンドープ a-Si:H の導電率(~10^{-11} S/cm)を大きく上回る導電率が得られており、B Cat-doping の有効性が確認できる。また、H_2 添加による導電率の向上も確認した。図 2 に、ITO/a-Si:H/c-Si 試料の *J–V* 特性を示す。Cat-doping を行った試料は、行っていない試料に比べて高い電流密度が得られている。特に水素流量 0 sccm の場合、電圧 0 V 付近で直線的な *J–V* 特性が得られており、ITO/a-Si:H 間の有効なトンネル伝導が実現できていると考えられる。今回、水素流量 20–60 sccm の場合、直線的な *J–V* 特性が得られなかったが、これは Cat-doping 中の膜付着により事後の酸化膜除去が不十分であったためと考えられ、この膜付着を抑えることができれば、より直線性の良い *J–V* 特性が得られることが期待される。

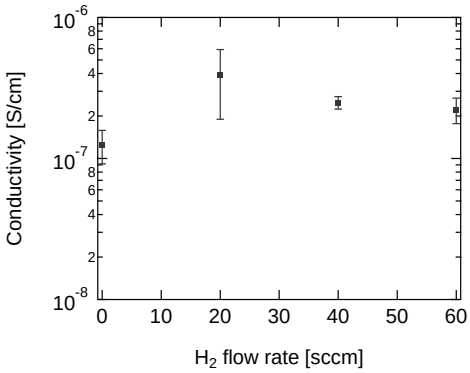

Figure 1: Conductivities of the B Cat-doped a-Si:H films.

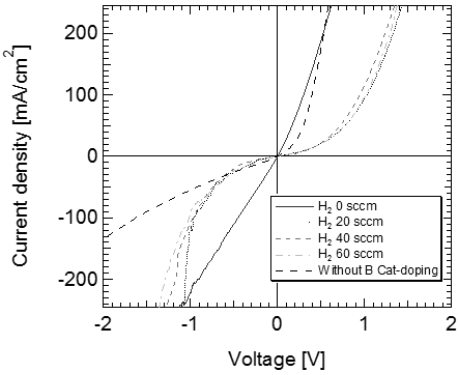

Figure 2: *J-V* characteristics of ITO/a-Si:H/c-Si structures with and without B Cat-doping.

[1] J. Seto *et al.*, Jpn. J. Appl. Phys. **55**, 04ES05 (2016).

© 2017年 応用物理学会