

Cat-CVD SiN_x 保護層によるペロブスカイト太陽電池の安定性の向上 Enhancement in the Stability of Perovskite Solar Cells by Cat-CVD SiN_x Protection Layer

北陸先端大¹, 京都大² °Huynh Thi Cam Tu¹, 嶋崎 愛², 金子 竜二², 若宮 淳志², 大平 圭介¹

JAIST¹, Kyoto Univ.², °Huynh Thi Cam Tu¹, Ai Shimazaki², Ryuji Kaneko²,

Atsushi Wakamiya², Keisuke Ohdaira¹

E-mail: tu-huynh@jaist.ac.jp

ペロブスカイト/Si タンデム太陽電池は、Si 太陽電池の理論限界効率を超えることを実証している^[1]。ペロブスカイトセルの安定性を向上するために、ペロブスカイトやキャリア輸送層への酸素及び水蒸気の侵入を抑制するガスバリア膜を開発する必要がある。触媒化学気相堆積(Cat-CVD)法で堆積した窒化 Si (SiN_x)は、低温で堆積しても緻密な膜となるため、水蒸気や酸素に弱い部材を保護するガスバリア膜に利用できる^[2]。これまで我々は、CsFAMAPbI₃ ペロブスカイト膜と Spiro-OMeTAD や PCBM/AZO などのキャリア輸送層との積層構造を持つ試料の劣化を SiN_x膜により抑制できることを実証した^[3]。本研究では、CsFAMAPbI₃ のペロブスカイト太陽電池の上に SiN_x膜を堆積し、高温高湿(DH)環境でのセルの劣化を評価した。

図 1(a)に、太陽電池の断面構造を示す。ITO/Si 基板上にスピコート法でホール輸送層と~600 nm の Cs_{0.05}FA_{0.85}MA_{0.10}PbI₂Br₁ のペロブスカイト膜を形成し、150 °C で 10 分間のアニールを行った。ペロブスカイト層の上に蒸着 C₆₀膜、ALD SnO₂膜、スパッタ IZO 膜の順に堆積し、銅テープで配線を作製した。その上に、厚さ 80 nm の SiN_x膜を、過去の研究と同様の条件^[3]で Cat-CVD で堆積した。図 1(b)に示すように、封止材を使用せず、端部のみエッジシールを用いてラミネートした。85 °C、85%RH の DH 条件でセルの劣化を観測した。1 sun 光照射下での電流密度-電圧(J-V)特性で評価を行った。

図 2に、SiN_x膜を堆積したペロブスカイトセル、および堆積していない比較セルの変換効率(PCE)の DH 試験時間依存性を示す。SiN_x膜があるセルでは、400 h の DH 試験での PCE 低下は約 1%Abs に抑制できていたのに対し、SiN_x膜がないセルでは、200 h の DH 試験で発電性能がほぼ失われた。SiN_x膜が水分や酸素の侵入を抑制するガスバリア膜として働き、ペロブスカイト太陽電池の安定性を高めたためと考えられる。

謝辞：本研究は、NEDO の委託により実施された。

References: [1] A. Al-Ashouri *et al.*, *Science* **370**, 1300 (2020). [2] Y. Ogawa *et al.*, *Thin Solid Films* **516**, 611 (2008). [3] H. T. C. Tu *et al.*, *Jpn. J. Appl. Phys.* **61**, 121002 (2022).

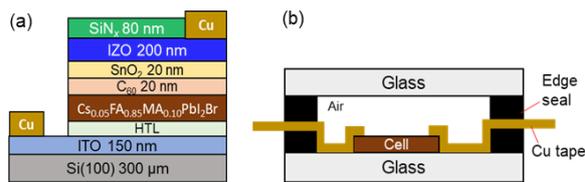


Fig. 1. (a) Cross-sectional structure of a perovskite solar cell with Cat-CVD SiN_x, (b) Perovskite solar cell in laminated module-like structure.

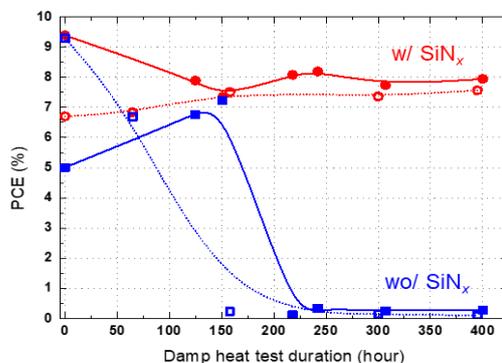


Fig. 2. PCE of perovskite solar cells without and with SiN_x as a function of exposure duration under DH condition (~85 °C, 85%RH).