

課題番号 : F-17-UT-0085
 利用形態 : 機器利用
 利用課題名(日本語) : 塗布成膜有機/無機半導体の構造解析
 Program Title (English) : Structure analysis of organic/inorganic semiconductor thin films
 利用者名(日本語) : 辻佳子^{1,2)}、坂井延寿¹⁾、田中健斗²⁾、黒澤千鶴¹⁾
 Username (English) : Y. Tsuji^{1,2)}, E. Sakai¹⁾, K. Tanaka²⁾, S. Ouchi²⁾, C. Kurosawa¹⁾
 所属名(日本語) : 1) 東京大学 環境安全研究センター, 2) 東京大学 大学院工学系研究科
 Affiliation (English) : 1) Environmental Science Center, The University of Tokyo, 2) Graduate School of Engineering, The University of Tokyo
 キーワード/Keyword : 太陽電池、超音波霧化法、モフォロジー、形状・形態観察

1. 概要(Summary)

CH₃NH₃PbI₃ (MAPbI₃)に代表されるペロブスカイト構造を持つ有機金属ハロゲン化合物は、20 %近い太陽光エネルギー変換効率を示すにも関わらず低コストな溶液プロセスで作製可能であることから、次世代の太陽電池材料として注目を集めている。しかし、薄膜形成プロセスにおいて針状の特徴的な膜構造を示し、ピンホールが形成されやすいことから^[1, 2]、デバイスとしての歩留まりの悪さや安定性が問題となっている。

液滴径数 μm 程度の霧を加熱基板上に噴霧し成膜を行う超音波霧化法は、核発生と膜成長をプロセスにより制御しやすい特徴を有する。また、工業化に向けた大面積化などの点でスピコート法に比べて優れた溶液プロセス手法である。そこで、本研究では超音波霧化法によってMAPbI₃ 薄膜を作製し、その膜構造制御を試みた。

2. 実験(Experimental)

【利用した主な装置】

走査型顕微鏡 S4700

【実験方法】

ヨウ化メチルアンモニウムとヨウ化鉛(II)を MAPbI₃ 換算で 0.2-1.5 M となるように N, N-ジメチルホルムアミドに溶解させ、前駆体溶液濃度を調液した。2.4 MHz の超音波振動素子を用いて前駆体溶液を霧化させ、120 °C に加熱したシリコン基板上に噴霧することで霧化成膜を行った。キャリアガスとしては窒素ガスを用いた。また、参照試料として0.5 M に調液した前駆体溶液を用いてスピコート法による成膜を行った。

成膜した薄膜のモフォロジーを光学顕微鏡で、ナノ構造は X 線回折(XRD; ATX-G)、走査型電子顕微鏡(SEM; S4700)を用いて評価した。

3. 結果と考察(Results and Discussion)

XRD スペクトルから、いずれの薄膜も MAPbI₃ と PbI₂

の混晶であることが分かった。また、SEM 像(FIG. 1)から、スピコート成膜した参照薄膜では特徴的な針状の結晶が観察されており空隙が多い膜構造になっているのに対して、超音波霧化成膜した薄膜において微細な針状結晶が観察されるのみであり、針状結晶の形成が超音波霧化成膜において抑制されていることが分かった。

また、高被覆率な薄膜を得るには、前駆体溶液濃度に最適値があることが分かった。

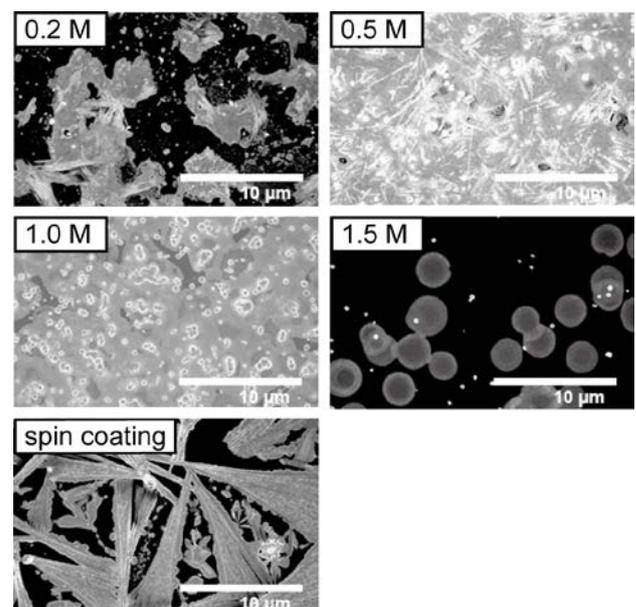


FIG. 1 Plane SEM images of MAPbI₃ films.

4. その他・特記事項(Others)

[1] J. Burschka, et al., Nature 499, 316 (2013). [2] M. Xiao, et al., Angew. Chem. Int. Ed. 53, 9898 (2014).

5. 論文・学会発表(Publication/Presentation)

(1) 田中, 坂井, 辻, O-124, 化学工学会第 83 回年会 (2018)

6. 関連特許(Patent)

なし