

真空蒸着法による $\text{CH}_3\text{NH}_3\text{PbI}_3/\text{CH}_3\text{NH}_3\text{PbCl}_3$ ヘテロ積層構造の作製 Fabrication of $\text{CH}_3\text{NH}_3\text{PbI}_3/\text{CH}_3\text{NH}_3\text{PbCl}_3$ heterostructure using vacuum evaporation

東大工¹, 東大先端研² ◯(B4)高島 駿¹, 中村 唯我¹, 松下 智紀^{1,2}, 近藤 高志^{1,2}

School of Eng.¹, RCAST², Univ. of Tokyo ◯Shun Takashima¹, Yuiga Nakamura¹,

Tomonori Matsushita^{1,2}, Takashi Kondo^{1,2}

E-mail: takashima@castle.t.u-tokyo.ac.jp

ペロブスカイト型半導体は、ペロブスカイト太陽電池の光吸収層としてだけではなく、発光材料としても注目されている。ペロブスカイト型半導体同士のヘテロ構造が実現できれば、全ペロブスカイトデバイスや量子井戸が作製でき、材料の可能性をさらに拡大することができる。これまで我々は、 $\text{CH}_3\text{NH}_3\text{PbI}_3/\text{CH}_3\text{NH}_3\text{PbBr}_3$ ヘテロ積層膜の真空蒸着法による作製にトライしてきたが、ハロゲン化物イオンの相互拡散による自発的混晶化のためにヘテロ構造を実現できなかった[1]。今回は、 $\text{CH}_3\text{NH}_3\text{PbI}_3$ (MAPbI_3)/ $\text{CH}_3\text{NH}_3\text{PbCl}_3$ (MAPbCl_3)の組み合わせでヘテロ構造の作製に成功したので報告する。

真空共蒸着法を用いてガラス基板上に MAPbCl_3 と MAPbI_3 を順次成膜した。 MAPbCl_3 と MAPbI_3 成膜時には、 PbCl_2 と PbI_2 の成膜レートを 0.15 \AA/s 、 $\text{CH}_3\text{NH}_3\text{Cl}$ と $\text{CH}_3\text{NH}_3\text{I}$ の成長室圧力を 0.007 Pa とした。基板温度は 21°C に保持した。作製した試料の $2\theta/\omega$ スキャン XRD パターンを Fig. 1 に示す。 $\text{MAPb}(\text{Cl}_{1-x}\text{I}_x)_3$ 混晶に起因する回折ピークは観察されず、ほぼ純粋な MAPbCl_3 と MAPbI_3 からの 2 つの単一な回折ピークが観察された。Fig. 2 に作製した薄膜の断面 SEM 像と EDX による塩素原子とヨウ素原子の線分布を示す。SEM 像では、各層の間に界面が存在し、各層の粒径はおおよそ上層 400 nm と下層 100 nm であった。EDX 線分析では上層にヨウ素が多く、下層には塩素が多く検出された。これらの結果からヘテロ構造の形成が示唆された。講演では、成膜順を逆にしたヘテロ積層膜やダブルヘテロ構造についても議論する。

[1] 佐野惇郎, 中村唯我, 松下智紀, 近藤高志: 2015 年第 76 回応用物理学会秋季学術講演会, 14p-1G-5.

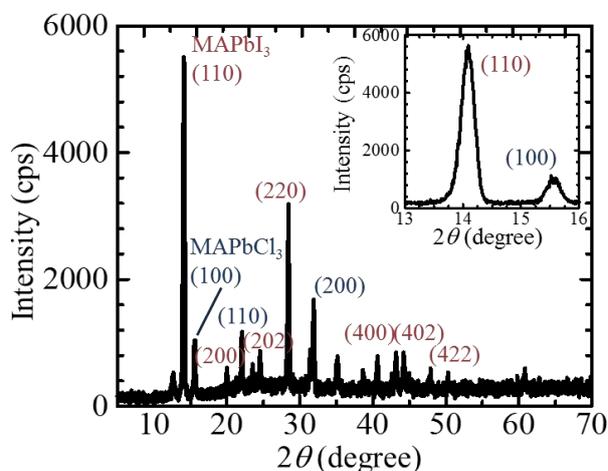


Fig. 1: XRD pattern of a fabricated $\text{CH}_3\text{NH}_3\text{PbI}_3/\text{CH}_3\text{NH}_3\text{PbCl}_3$ thin film on a glass substrate. The pattern around 14° is expanded in the inset.

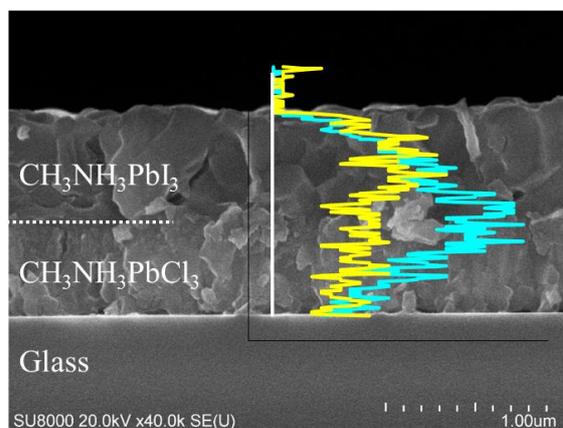


Fig. 2: Cross-sectional SEM image of the fabricated sample. Graphs show the composition distributions of I (yellow) and Cl (blue) atoms.