ヘテロ接合太陽電池開発のための

層状ペロブスカイト薄膜の作製と評価

Preparations and estimation of two-dimentional perovskite thin films

for developments of heterojunction Si solar cells.

岐阜大工　°(M1)五十川 洸大，(B4)深谷 悠生，　吉田 憲充*，野々村 修一

Gifu Univ. °Kodai Ikagawa, Haruki Fukaya, Norimitsu Yoshida*, Shuichi Nonomura

***E-mail: n-yoshi@gifu-u.ac.jp**

有機無機ペロブスカイト材料は比較的低温で非真空プロセスにより作製可能であり、高いエネルギー変換効率を有する太陽電池を実現するための材料候補の 1 つである。現在、22.7 %の効率が報告されており[1]、さらなる効率の向上およびコストの削減が期待されている。本研究ではペロブスカイト材料を Si 太陽電池に応用したヘテロ接合型太陽電池の提案を目的とし、層状ペロブスカイト薄膜の作製および評価を試みた。

層状構造を有する$(C_4H_9NH_3)_2PbI_4$ 薄膜[2]は、スピンコート法により作製した。原料試薬には PbI_2 と $C_4H_{11}N$・HI を、溶媒にはアセトン[3]、*N*,*N*-ジメチルホルムアミド(DMF)[4]およびγ-ブチロラクトン/1-メチル-2-ピロリドン混合液の 3 種類を用いた。溶液の濃度は 1 M で固定し、溶液と基板の温度は室温および 80℃とした。基板には、大きさ 20 mm × 10 mm、厚さ 0.5 mm の無水合成石英ガラス基板を用いた。作製した試料の評価として、X 線回折測定、光学および走査型電子顕微鏡観察、電気伝導度測定を行った。

Figure に、溶液と基板の温度を室温として各溶媒で作製した試料の X 線回折パターンを示す。すべての試料において 2θ ＝ 6.4°、12.8°、19.3° 付近にピークが観測され、これらは層状ペロブスカイト$(C_4H_9NH_3)_2PbI_4$ 薄膜の(002)、(004)および(006)面からの回折[2]と考えられる。このことから、3種類の溶媒を用いて層状ペロブスカイト薄膜が作製可能であると言える。

室温で作製した DMF およびγ-ブチロラクトン/1-メチル-2-ピロリドン混合液を溶媒として作製した試料では、層状ペロブスカイト薄膜は基板から剥離しやすく均一に製膜することができなかった。一方、この 2 つの溶媒では溶液と基板の温度を 80 ℃とした場合、均一な膜を製膜できることがわかった。また、室温にてアセトンを溶媒として作製した試料では膜厚は ~1 μm であり、DMF およびγ-ブチロラクトン/1-メチル-2-ピロリドン混合液で 80 ℃にて作製した試料では、膜厚はそれぞれ 300 nm および 250 nm であった。これらの結果から、基盤温度を変化させることで均一な膜が製膜可能であることがわかった。

この材料のバンドギャップエネルギーは 2.4 eV であり [5]、電気伝導度は ~2.3 x 10^{-9} S/cm である。この結果から、電気伝導度の改善が必要であるものの、Si と組み合わせたヘテロ接合型太陽電池への応用の可能性を見出すことができた。

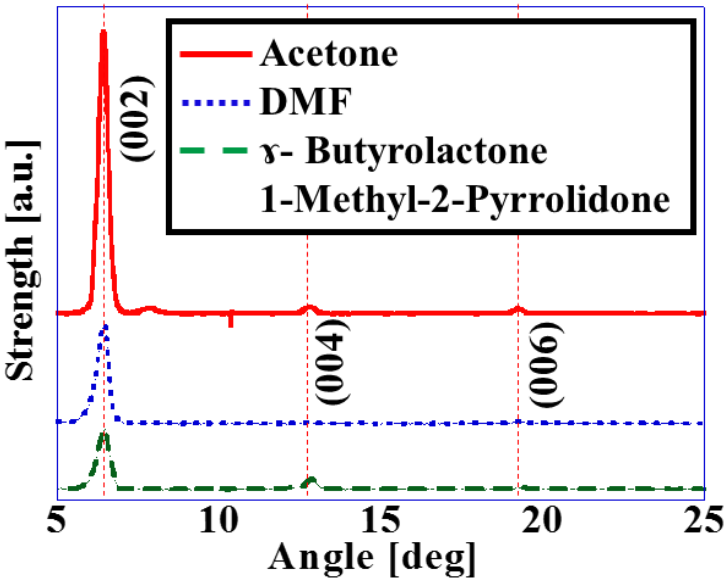

Figure. 各種溶媒で作製した試料の X 線回折パターン。

[1] M. A. Green *et al.*, Progress in Photovoltaics: Research and Applications, **26** (2018) 3. [2] L. Don *et al.*, Science **349** (2015) 15. [3] T. Umebayashi *et al.*, Physical Review B, **67** (2003) 155405. [4]D.H.Cao etal., J.Am.Chem.Soc.,**137**(2015)7843. [5] Y. Chen *et al.*, Adv. Mater., **30** (2018) 1703487.

© 2018年 応用物理学会