光無線給電用受光器に向けた $CsPbBrCl_2$ 薄膜の作製

Deposition of $CsPbBrCl_2$ films for power converter of optical wireless power transmission

東工大工学院　○高野 大輝 ， 清水 裕文 ， 宮島 晋介

School of Engineering, Tokyo Tech. ○Daiki Takano, Hirofumi Shimizu, Shinsuke Miyajima

E-mail: takano.d.ab@m.titech.ac.jp

【はじめに】

光無線給電は遠距離への給電が可能であり，水中での電力伝送も可能であるという利点を持つ．この給電方式の受光器には，ワイドギャップ材料が適している．本研究で着目した $CsPbBrCl_2$ の禁制帯幅は2.7 eV程度であり(1)，全てが無機物で構成されていることから高い安定性が期待できる．今回は，$CsPbBrCl_2$ を $PbCl_2$ と CsBr を原料とする二元蒸着法により製膜し，$CsPbBrCl_2$ 受光器を作製した結果を報告する．

【実験方法】

真空蒸着装置を用いて基板上に $PbBr_2$ と CsBr を順に蒸着した．結晶性の向上をねらい，蒸着後に各温度(250-450℃)で 30 分の熱処理を行った．ガラス基板上の単膜の評価として，XRD 測定および UV-vis による光学特性測定，AFM による表面形状観察，XPS による表面元素分析を行った．また，コプラナ Au 電極を膜表面に蒸着し，導電率測定を行った．受光器の特性は，AM1.5(100 mW/cm^2)照射下での電流電圧測定及び分光感度測定により評価した．

【実験結果】

CsBr のモル比(CsBr /($PbBr_2$ + CsBr))を 0.6 となるように膜厚比を調整して製膜した膜の XRD パターンを Fig.1 に示す．250℃以上の熱処理により膜が結晶化することが確認できる．AFM 観察からはアニール温度増加に伴って粒径が拡大することが確認された．350℃で熱処理した膜の組成は Cs/Pb=1.07 および (Br+Cl)/(Cs+Pb)=1.22 を示した．ストイキオメトリ組成に比べ若干ハロゲン組成が不足する結果となったが，XRD のピーク位置より推定される格子定数は $CsPbBrCl_2$ の格子定数に近く，$CsPbBrCl_2$ が形成されたと考えられる．光吸収係数は 2.7 eV 付近で急激に増加し，9.0×10^4 cm^{-1} 以上の値が得られた．また，この膜を光吸収層に用いた受光器を作製した．構造は glass/FTO/TiO_2/$CsPbBrCl_2$/P3HT/Au である．*I-V* 測定の リバーススキャンにおいて最大変換効率 1.44% (短絡電流密度:J_{sc} = 1.96 mA/cm^2，開放電圧:V_{oc} = 1.21 V，曲線因子:*FF* = 0.566)が得られた．J_{sc} 及び *FF* については比較的良好な値を得られたが，V_{oc} については $CsPbBrCl_2$ 受光器よりナローギャップな $CsPbBr_3$ 受光器と比べても低い結果となった(2)．デバイスシミュレーションの結果から，V_{oc} の改善のためには，$CsPbBrCl_2$ の品質とともに正孔輸送層，電子輸送層の最適化も必要であることを明らかとなった．

【謝辞】

東工大基金に基づく「東工大の星」支援【STAR】の支援を受けた．関係各位に感謝する．

【参考文献】

(1)Ying Su, et al., *ACS Appl. Mater. Interfaces* **9**, 33020-33028 (2017)

(2)Ayuki Murata et al., *AIP Advances* **10**, 045301(2020)

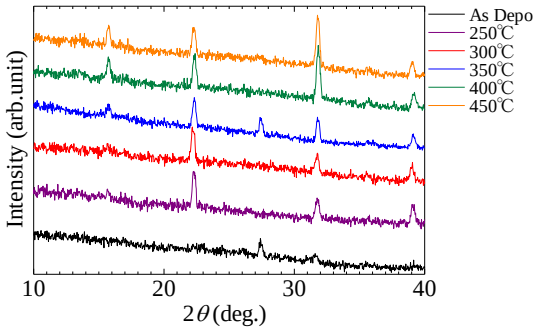

Figure 1 XRD patterns of the samples annealed at different temperatures. The peak at around 27 deg. corresponds to the peak from magnet used for the sample attachment.

© 2021年 応用物理学会