

課題番号 : F-17-HK-0039
利用形態 : 機器利用
利用課題名(日本語) : ペロブスカイト構造金属酸化膜の形成および熱処理
Program Title (English) : Deposition and annealing of perovskite structure compound
利用者名(日本語) : 上野康正¹⁾
Username (English) : Y.Ueno¹⁾
所属名(日本語) : イムラ・ジャパン株式会社
Affiliation (English) : IMRA JAPAN Co., Ltd.
キーワード/Keyword : 熱処理、形状形態観察

1. 概要(Summary)

バルク光起電力効果により巨大な光起電力を示す強誘電体 BiFeO_3 (BFO, $E_g \sim 2.7\text{eV}$)^[1] は、量子効率が小さく、また、紫外域付近の光しか吸収しないため、光電流が非常に小さいという課題がある。そこで、長波長側の光を吸収する材料を接合することで、光キャリア注入および光電流を増加させることを目的に、バンドギャップが小さく、同じペロブスカイト構造酸化物 LaMnO_3 (LMO) の積層を試みた。ペロブスカイト酸化物 LaMnO_3 (LMO) を積層させたサンプルについて、光学特性評価から長波長側の光も吸収可能であることがわかり、長波長側での光キャリア生成が示唆された。

2. 実験(Experimental)

【利用した主な装置】

- ・エリプソメータ M-500S
- ・高分解能電界放射型走査型電子顕微鏡 (JSM-6700FT)

【実験方法】

基板は SrTiO_3 (100) 単結晶基板を用いた。BFO および LSMO の成膜については、基板をそれぞれアセトン、エタノール、純水で超音波洗浄を施した後、有機金属分解法 (MOD: Metal Organic Decomposition) により、所定の膜厚となるように塗布し、仮焼き (有機金属の熱分解) および本焼き (結晶化熱処理) を行うことで形成させた。

膜厚はエリプソメータ、表面ラフネスは FE-SEM で評価した。また、X 線回折 (XRD) による相同定、紫外可視近赤外分光光度計を利用して光学特性を調べた。

3. 結果と考察 (Results and Discussion)

Fig. 1 は BFO 膜における Tauc プロットである。なお、(許容) 直接遷移型でプロットした。光学バンドギャップを見積もると約 2.65eV であり、文献値^[1] とほぼ一致した。また、Fig. 1 の挿入図は LSMO 膜における吸収係数のフォトンエネルギー依存性である。作製した LMO 膜は、赤外

領域まで光吸収していた。XRD の結果からは、不純物相は未検出のため、過剰酸素 $\text{LaMnO}_{3+\delta}$ となっており、上部ハバードバンドと下部ハバードバンドに分離していた 3d 軌道のバンドが縮退しつつある状態と思われ、中途半端にバンドギャップの閉じているものと考えられる。

Fig. 2 は BFO と LMO の積層サンプルにおける吸収スペクトルである。BFO 単体では、紫外域周辺の光のみの吸収であったが、長波長側の光を吸収できる LMO を接合させることにより、広範囲の波長領域の光を吸収できた。したがって、長波長側での光キャリア生成の可能性が示唆された。

ただし、効率良く光キャリアが光電流として流れるためのバンドアライメントは、まだ確立されたわけではない。また、今回の LMO 膜はバンドギャップの閉じた状態の膜の可能性も高い。そのため、今後は、光学特性だけでなく光照射下 $I-V$ 測定などの電気特性による評価も踏まえて、光電流増幅効果の有無を検証する必要があると考えられる。

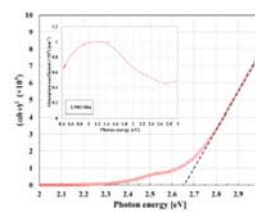


Fig. 1 Tauc plot of BFO film.

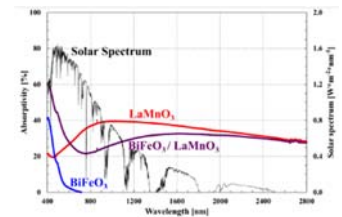


Fig. 2 Absorptivity of BFO/LMO/STO structure.

4. その他・特記事項 (Others)

【参考文献】

- [1]. S. Y. Yang, et al. Nature Nanotechnology 5, 143-147 (2010).

5. 論文・学会発表 (Publication/Presentation)

なし

6. 関連特許 (Patent)

なし