

ZnO /LiNbO₃ 構造の電気特性の極性及び温度依存性Temperature and polarity dependence of electrical properties of ZnO/LiNbO₃ stack structure明大院理工¹, 物材機構², 学振 PD³°安原 雄大^{1,2}, 栗島 一徳^{1,2,3}, 知京 豊裕², 小椋 厚志¹, 長田 貴弘²Meiji Univ.¹, NIMS², JSPS-PD³°Yudai Yasuhara^{1,2}, Kazunori Kurishima^{1,2,3}, Toyohiro Chikyow², Atsushi Ogura¹, Takahiro Nagata²

E-mail: ce181060@meiji.ac.jp

【はじめに】極性結晶であるニオブ酸リチウム (LiNbO₃:LN) は優れた焦電性を有し、他の強誘電体に比べ表面電荷が得られやすい特性を持つ酸化物強誘電体である [1]。さらに、極性により異なる表面電荷効果を示すことが知られている。そこで我々は、LN の分極面のパターン化などで自発分極を制御することで表面電荷を制御できる特徴[2]を利用し、酸化亜鉛 (ZnO) の電気特性の制御を試み、光センサーやスイッチへの応用を検討している。ZnO はバンドギャップが 3.4 eV と広く、飽和電子速度が大きいので、高速電子デバイス、センサーへの応用研究がされている[3]。本研究では、+極及び-極の LN 基板に ZnO を成膜した試料を用いて、LN の焦電効果や極性が ZnO の電気特性に及ぼす影響について検討した。

【実験方法】実験には+極及び-極性面の LN 単結晶基板を用いた。LN は研磨による表面欠陥層除去のため、酸素雰囲気中、1170 K で 5 時間の熱処理を実施し、8 K/min で 1170 K から温度を下げることで原子層ステップ構造を得た [4]。LN 基板上に室温で 5 nm の ZnO を、パルスレーザー堆積(PLD)により作成した。その後、ZnO/LN 界面の欠陥除去のため、熱処理を酸素雰囲気中、1170 K で 5 分間行った。その試料上に、Ru 電極を、金属マスクを使用し、スパッタリング法により 150 nm 形成した。電気特性の評価は、電流-電圧測定 (I-V) を高温領域 (300~768 K)、真空環境下 (10⁻³ Pa) で行った。また I-V 測定は、大気中から装置内へ移動し真空にした後 (一度目)、真空を保持したまま温度下げた後 (二度目) の二度の測定を行った。

【結果】 Fig. 1 に極性の異なる LN を用いた温度に対する ZnO の抵抗率の変化を示す。-LN で

は一度目、二度目どちらも半導体的な性質を示した。また二度目は室温において抵抗率が 3 桁減少した。これは、770 K まで温度を上げると、格子間 Zn 原子によって抵抗率が減少するとの報告と一致している[4]。+LN の一度目の測定では、約 400 K まで抵抗率が上昇する。これは酸素の着脱に起因する抵抗率の変化が確認され、今回の場合は、ZnO の熱処理時に+LN 表面の+電荷に酸素が引き寄せられ吸着したと考えられる[5]。一度目と二度目どちらも室温時に、-LN に対して+LN は 3 桁ほど抵抗率が低く高温領域では大きな変化は見られない。このことから室温領域では、+LN の極性および焦電性に由来して抵抗が変化したと考えられる。

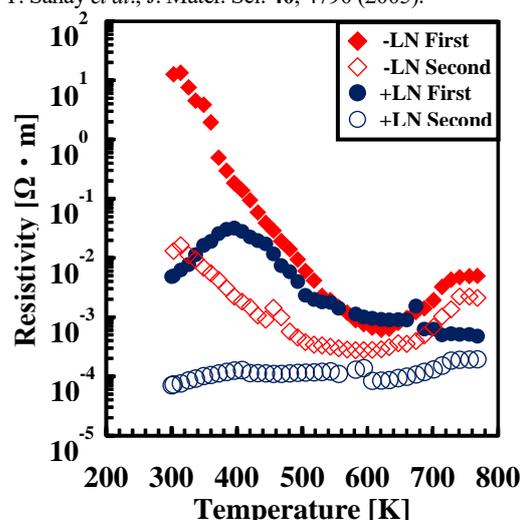
[1] Y. Sun *et al.*, J. Appl. Phys. **109**, 104302 (2011).[2] T. Nagata *et al.*, Appl. Phys. Lett. **108**, 171604 (2016).[3] S. Fujita, レーザー研究. **165**, 第 39 巻 (2011).[4] A. Takeo *et al.*, 精密国学会論文集. **781**, (2005)[4] L. Lu *et al.*, TRANS. ELECTRON DEVICES. **61**, 1077 (2014).[5] P. Sahay *et al.*, J. Mater. Sci. **40**, 4790 (2005).

Fig. 1 Temperature dependence of resistivity of ZnO/LiNbO₃ stack structures. Red diamonds and blue circles are -LN and +LN, respectively. Solid and open symbols are results at first and second cycles, respectively.