17p-B4-3 ラマン分光を用いた V ドープ ZnO 薄膜の熱処理による構造変化の評価

Evaluation of Structural Change of V-doped ZnO Thin Films

through Thermal Annealing by Using Raman Spectroscopy

東北大工

⁰奥田修平,千葉博,森達哉,鷲尾勝由

Tohoku Univ., Shuhei Okuda, Hiroshi Chiba, Tatsuya Mori, and Katsuyoshi Washio

E-mail : okuda@ecei.tohoku.ac.jp

【はじめに】V(バナジウム)を添加した ZnO(VZO)薄膜は、V による非反 転対称性の導入による圧電特性の向上^[1]から、光音響イメージング^[2]な どへの応用が期待されている^[3]。圧電素子に適用するには、10⁶Ω cm 程 度以上の高抵抗化が必要であるが、膜中の格子間 Zn(Zni)、酸素欠損(V⁰)、 および V イオン(Vⁱ)のために十分な絶縁性が得られていない^[4]。ここで は、VZO 薄膜の抵抗率低下の要因を、XRD とラマン分光を用いて、熱 処理による構造変化から検討した。

【実験方法】VZO 薄膜は、ZnO 焼結体と V チップをターゲットとして、 RFマグネトロンスパッタ法により、石英基板上に基板温度=200°C で成 膜した。V ドープ量は約 1.9 at.%である。熱処理は N₂雰囲気中でアニー ル温度(T_A)=400~600°C で行った。

【結果】熱処理によって、抵抗率は ZnO において T_A=450°C で約 2 倍、 VZO では T_A=500°C で約 200 倍に増大する^[5]。アニール前後の ZnO と VZO 薄膜の XRD スペクトルを図 1 に示す。この結果ではアニール前後 で配向性に大きな変化がないと評価される。アニール前後の ZnO と VZO 膜のラマンスペクトルを図 2 に示す。XRD では見られなかった c 軸配向性を示す E₂(high)モードのピークが、ZnO では T_A \geq 450°C、VZO では T_A \geq 500°C で観測された。この結果から、c 軸配向性変化の評価に は、ラマン分光の方が XRD より高感度で好適と考える。Znⁱや V^oによ り発現すると言われている E₁(LO)もしくは A₁(LO)モードのピークは、 ZnO では T_A \geq 500°C で見られなくなる^[6]。この結果から、VZO では V ドープにより Znⁱが成膜時から少なく、主に Vⁱが導電性に寄与している と考えることができる。なお、N₂雰囲気中でのアニールにより V^oの補 償は起こりえないため、E₁(LO)もしくは A₁(LO)モードのピークは Znⁱ を表し、V^oを表現するものではないと考える。

【謝辞】本研究の一部は(独)科学技術振興機構の産学共創基礎基盤研 究プログラムの助成を受けたものです。

[1]Y. C. Yang, C. Song, X. H. Wang, F. Zeng, and F. Pan, Appl. Phys. Lett. 92, 012907 (2008)

[2] L. V. Wang, Med. Phys. 35, 5758 (2008)

[3] Matsuo, MRS Proc. (2012)

[4] Okuda, 応用物理学会春季学術講演会 (2013)

[5] Chiba, ISCSI-VI (2013)

[6]S. Singh, R. S. Srinivasa, and S. S. Major, Thin Solid Films. 515, 8718 (2007)



図1N2アニール前後のXRD スペクトル



N2アニール依存性