基板バイアス印加スパッタ法による ZnO 薄膜の配向制御

Control of crystalline orientations of ZnO thin films by rf biased reactive sputtering

東海大院工,^O譲原 一樹, 沖村 邦雄

Graduate School of Engineering, Tokai Univ.

^OKazuki Yuzurihara and Kunio Okimura

k.yuzu1004@outlook.jp

酸化亜鉛 (ZnO) は、ワイドバンドギャップ E_g=3.3 eV を有し、Al や Ga ドープによって比較的安価な透明導電性薄膜として応用が進展している.また、表面弾性波 (SAW: Surface Acoustic Wave)素子への応用も進んでいる.ZnO 薄膜堆積では安定面である c 面が基板に平行な c 軸配向膜が比較的低温で得られる.しかし、すべり表面弾性波 (SH-SAW: Shear Horizontal – SAW) デバイスへの応用などには c 軸が基板面と平行かつ一方向に配向した ZnO 薄膜成長が望まれる.[1] そこで、反応性スパッタにおいて基板に高周波バイアスを印加して、基板入射イオンエネルギー制御によって ZnO 結晶の成長促進及び配向制御を試みた.

成膜は金属 Zn (99.99%) をターゲットとする反応性マグネトロンスパッタ法を用いて行った. 基板には glass (Corning7059,0.7 mmt) と Si (100)を用いた. 基板台として 5×10 cm²の Zn (99.5%,0.5 mmt) プレートを設置し, ブロッキングコンデンサを介して 13.56 MHz 高周波バイアスを印加して行った. [2] 基板温度は非加熱及び 100℃とした. 成膜条件は Ar-O₂ ガス圧 0.5 Pa, O₂流量 3 sccm, Ar 流量 58 sccm, ターゲット RF パワー100 W, 成膜時間を 20 min 一定とした. 基板バイアスは 0~40 W の間で 5 W ずつ 変化させて成膜を行った.

Fig.1は glass 上に成膜した ZnO 膜の RF バイアス電力変化時の XRD パターンである. 基板バイアスが 0 W のとき (002) の回 折強度が強く c 軸配向している. バイアス電力を印加すると, 5~15 W では ZnO (110) が成長し, 20~40 W では ZnO (100) が成 長した. ロッキングカーブ測定の結果より (002) 配向の半値幅は~9°であり (100) 配向では半値幅は 18°程度と広いが配向性 が見られた. 基板バイアス電力の増加に伴う (002) → (110) → (100)面の配向変化は高柳らの報告 [1] と同様である. **Fig.2** はバ イアス電力に対する自己バイアス電圧 (V_d) の値である. これより, 5~15 W に対応する V_{dc} = -74~-184 V において (110) 配向 が得られ, 20 W における-191 V 以上で (100) 配向へと変化した事が分かる. 今回の成膜条件では基板へ入射するイオンは V_{dc} で ほぼ決まると考えられる事から, 200 eV 以上のエネルギーを有するイオン入射が (100) 配向 ZnO 成長に有効と考えられる. 高柳 らによって指摘されたように基板入射イオンエネルギーが高くなると原子の面密度が (002) よりも低い (100) の配向成長へと変 わったと考えられる. **Fig.3** はバイアス電力 0, 10, 40 W で Si 上に堆積した ZnO 膜の SEM 像である. これより, 各基板バイアス において ZnO の配向成長面が異なり結晶モフォロジーが変化している様子が分かる.

高柳 真司 他:信学技報 Technical Report US2010-62 (2010-9 IEICE).
N. H. Azhan *et al*, J. Appl. Phys. **117** (2015) 185307.



Fig.1 XRD patterns of ZnO films on glass against rf substrate bias power.



applied rf substrate bias power.



Fig.3 SEM images of ZnO films on Si against rf substrate bias power of (a) 0 W, (b) 10 W and (c) 40 W.