

卒業論文要旨

水素添加酸化インジウム ($\text{In}_2\text{O}_3:\text{H}$) のスパッタ成膜酸素依存性

1210241 西堤 慎
Makoto Nishitsutsumi

Effect of oxygen on film properties of sputter deposited $\text{In}_2\text{O}_3:\text{H}$ thin films

【研究背景】我々は薄膜トランジスタ (TFT) 材料として多結晶酸化物半導体に注目している。中でも単結晶で $160 \text{ cm}^2/\text{Vs}$ の移動度が報告されている酸化インジウム(In_2O_3)に着目している。Koida らより $\text{Ar}+\text{O}_2+\text{H}_2\text{O}$ 成膜 $\text{In}_2\text{O}_3:\text{H}$ は成膜時では非晶質膜であるが、 $170 \text{ }^\circ\text{C}$ 以上の熱処理により固相結晶化が起こり、移動度 $\sim 130 \text{ cm}^2/\text{Vs}$ が報告されている^[1]。しかし、その時のキャリア濃度は $2 \times 10^{20} \text{ cm}^{-3}$ と高く、TFT 応用するためには電気特性の制御が課題である。そこで本研究では酸素流量比($\text{R}[\text{O}_2]$)を変化させ In_2O_3 膜を形成し電気特性の制御及び TFT 応用を検討した。

【実験方法】RF マグネトロンスパッタリングにて、 $\text{Ar}+\text{O}_2+\text{H}_2$ 雰囲気下で $\text{In}_2\text{O}_3:\text{H}$ 薄膜(50 nm)をガラス基板に水素流量比 $\text{R}[\text{H}_2]=5 \%$ 、 $\text{R}[\text{O}_2]=1\sim 8 \%$ の条件で成膜後、分光光度計測定、ホール効果測定などを行い、光学特性、電気特性などを評価した。

【結果・考察】分光光度計の測定結果より、成膜直後及び大気アニール後では $\text{R}[\text{O}_2]$ の増加に伴ってギャップ内吸収は減少する傾向にあった。これは、酸素欠陥によりギャップ内に欠陥準位が形成されることで起きていたギャップ内吸収が酸素導入によって酸素欠陥が減少したことによると考えられる。また大気アニール処理を施した $\text{In}_2\text{O}_3:\text{H}$ 膜をホール効果測定によりキャリア濃度のアニール温度依存性を調査した。成膜直後でキャリア濃度が 10^{20} cm^{-3} 以上だったが、 $200 \text{ }^\circ\text{C}$ 以上の熱処理により $\text{R}[\text{O}_2] \geq 4 \%$ で $\sim 10^{17} \text{ cm}^{-3}$ に急激に低減していた。さらに N_2 雰囲気下アニール処理後のホール移動度は $200 \text{ }^\circ\text{C}$ 以上で急激に増加しており、特に $250 \text{ }^\circ\text{C}$ アニール処理後では $\text{R}[\text{O}_2]=2 \%$ の時 $91.9 \text{ cm}^2/\text{Vs}$ で $\text{R}[\text{O}_2]=1\sim 8\%$ のなかで最大だった。これらホール効果測定の結果より固相結晶化プロセスは膜中の酸素欠陥を減少させている一因とも考えられる。以上の結果から酸素流量比が膜物性に与える影響は大きく、TFT 特性にも影響することが予想される。

【参考文献】 [1] Koida et al. Phys. Status Solidi A 214, No. 2, 1600464 (2017)