

# アモルファス Cd-Ga-O におけるポストアニール温度及び雰囲気の効果

Influence of post-annealing atmosphere and temperature on amorphous Cd-Ga-O thin films

山梨大医工 ○佐藤 千友紀, 木村 洋太, 柳 博

Univ. of Yamanashi, °Chiyuki Sato, Yota Kimura, Hiroshi Yanagi

E-mail: hyanagi@yamanashi.ac.jp

薄膜トランジスタなどの半導体素子に応用可能な新規半導体材料としてアモルファス In-Ga-Zn-O に代表されるアモルファス酸化物半導体 (AOS) が近年注目されている。我々はこれまでに、バンドギャップを 2.5 eV から 4.3 eV までの広い範囲で制御可能である新規 AOS としてアモルファス Cd-Ga-O (a-CGO) を報告した[1]。a-CGO はバンドギャップに関わらず最大 $\sim 10 \text{ cm}^2/\text{Vs}$  程度の高い移動度を有するが、再現性が高くないことが課題であった。本研究では、カチオン比 ( $C_{\text{Cd}} = \text{Cd}/(\text{Cd}+\text{Ga})$ ) 20%、50%、70%の a-CGO 薄膜についてポストアニール処理を行うことで電気伝導特性の向上を試みた。

a-CGO 薄膜の作製には RF マグネトロンスパッタリング法を用い、室温で石英ガラス基板上に製膜した。ターゲットには CdO と  $\text{Ga}_2\text{O}_3$  の混合粉末を用い、その混合比を変えることで  $C_{\text{Cd}} = 20\%$ , 50%, 70% の薄膜試料を作製した。これらの試料について、真空 ( $\sim 10^{-4} \text{ Pa}$ )、Ar、 $\text{O}_2$  雰囲気中で  $100^\circ\text{C}$  から  $700^\circ\text{C}$  の温度範囲において 30 分間のポストアニール処理を行った。アモルファス構造と薄膜の組成が維持される温度範囲を決定した上で、アニール温度と雰囲気が薄膜の電気伝導特性へ与える影響を評価した。

真空アニールの場合、XRD と XRF 測定の結果から結晶相の析出と組成変化がないアニール温度範囲は、 $C_{\text{Cd}} = 70\%$  の試料で  $400^\circ\text{C}$  以下、 $C_{\text{Cd}} = 20\%$  と 50% の試料で  $500^\circ\text{C}$  以下と決定した。この温度範囲における各試料のアニール温度によるホール移動度の変化を Fig. 1 に示す。いずれの試料でもアニール温度の上昇に伴って移動度が増加した。 $C_{\text{d}} = 50\%$  の試料では、アニール温度  $300^\circ\text{C}$  から  $400^\circ\text{C}$  にかけて電気伝導度 ( $\sigma$ )、キャリア密度 ( $N$ )、移動度 ( $\mu$ ) とともに大きく上昇し、 $500^\circ\text{C}$  で最大値 ( $\sigma = 340 \text{ S cm}^{-1}$ 、 $N = 1.1 \times 10^{20} \text{ cm}^{-3}$ 、 $\mu = 18 \text{ cm}^2 \text{ V}^{-1} \text{ s}^{-1}$ ) に達した。

同様に Ar 雰囲気、 $\text{O}_2$  雰囲気においてもアニール実験を行い、結晶相の析出や組成変化がない温度範囲において移動度などの電気特性の向上が認められた。Ar 雰囲気でのアニールにおいては、 $C_{\text{Cd}} = 50\%$  の試料で、真空アニールの場合よりも  $200^\circ\text{C}$  低い  $300^\circ\text{C}$  のアニール温度で移動度が最大値 ( $\mu = 20 \text{ cm}^2 \text{ V}^{-1} \text{ s}^{-1}$ ) に達した。

[1] Yanagi *et al.* APL, **106**, 082106 (2015).

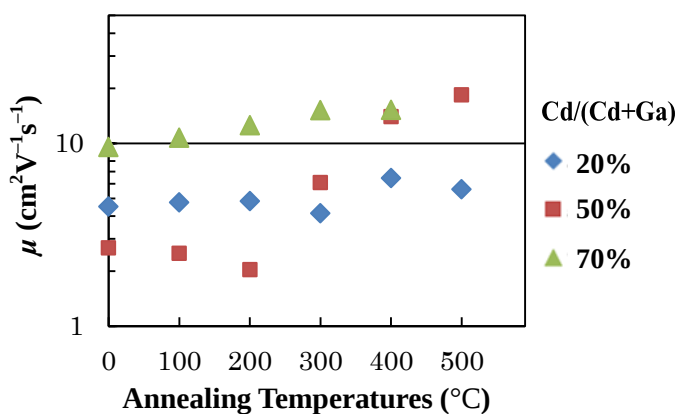


Fig. 1 Vacuum annealing temperature dependences of Hall mobilities of amorphous Cd-Ga-O films with  $C_{\text{Cd}} = 20\%$ , 50% and 70%.