

スパッタリング法で作製した GaN および Sc 添加 GaN 薄膜の強誘電性評価

Ferroelectricity of GaN and Sc-doped GaN Thin Films Prepared by Sputtering Method

産総研¹, 東工大² ○上原 雅人¹, 安岡 慎之介², 清水 荘雄², 山田 浩志¹,

秋山 守人¹, 舟窪 浩²

AIST¹, Tokyo Tech², °Masato Uehara¹, Shinnosuke Yasuoka², Takao Shimizu², Hiroshi Yamada¹,

Morito Akiyama¹, and Hiroshi Funakubo²

E-mail: m.uehara@aist.go.jp

【緒言】ウルツ鉱型結晶の窒化アルミニウム(AIN)や窒化ガリウム(GaN)は c 軸方向に自発分極を持ち、その c 軸配向薄膜は圧電材料として MEMS デバイスに应用されている。また、これらにスカンジウム(Sc)を添加すると、軟化して圧電定数 d_{33} が4~5倍に増加することが知られている[1][2]。近年、Fichtner らにより、スパッタリング法で作製された Sc 添加 AIN 配向薄膜が強誘電特性を有することが報告された[3]。これは強誘電デバイスとしての III-V 族窒素化合物の可能性を示すものと考えられる。GaN の Sc 添加による特性変化は AIN に類似しており、GaN も強誘電性を示す可能性がある。本研究では、GaN および Sc 添加 GaN($\text{Ga}_{1-x}\text{Sc}_x\text{N}$)配向薄膜をスパッタリング法で作製し、その強誘電性について調査した。

【実験方法】GaN の焼結ターゲットや Sc 金属ターゲットを用いて、スパッタリング法により GaN および $\text{Ga}_{1-x}\text{Sc}_x\text{N}$ 配向薄膜を作製した。基板は n 型シリコン基板である。成膜時の基板加熱温度は 400°C であり、窒素/アルゴンの混合ガス雰囲気下で成膜した。シリコン基板に直接、またはハフニウム(Hf)配向膜の上に GaN を成膜した。上部電極は電子線蒸着法で作製した白金電極、下部電極は n 型シリコン基板として強誘電特性(10kHz)の評価を行った。

【結果】Fig.1 は Hf 中間層上に作製した $\text{Ga}_{0.83}\text{Sc}_{0.17}\text{N}$ 試料について測定した分極-電界(P - E)のグラフである。明瞭なヒステリシスループが確認された。Sc を添加しない GaN 配向薄膜も含めて、この他の試料でもヒステリシスループが確認された。また、電流-電界(I - E)測定でも電流の正負反転が確認された。これらの結果から、作製した試料は強誘電性を有すると考えられる。また、残留分極(P_r)や抗電界(E_c)は Sc 添加により大きくなる傾向にあった。

【参考文献】

- [1] M. Akiyama et al., *Adv. Mater.*, 21, 593-596 (2009).
- [2] M. Uehara et al., *Appl. Phys. Lett.*, 114, 012902 (2019)
- [3] S. Fichtner et al., *J. Appl. Phys.*, 125, 114103 (2019).

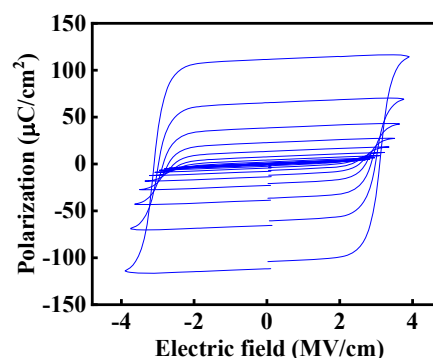


Fig.1 P - E loops of $\text{Ga}_{0.83}\text{Sc}_{0.17}\text{N}$ film.