

(Al_{1-x}Sc_x)N 薄膜の強誘電特性に及ぼす製膜条件の影響Effect of deposition condition on the ferroelectric properties of (Al_{1-x}Sc_x)N thin films.東工大物院¹, NIMS², AIST³ °(M1) 安岡 慎之介¹, 清水 荘雄^{1,2}, 上原 雅人³, 舟窪 浩¹Tokyo Tech.¹, NIMS², AIST³, °S. Yasuoka¹, T. Shimizu^{1,2}, M. Uehara³, H. Funakubo¹

E-mail: yasuoka.s.aa@m.titech.ac.jp

【緒言】 窒化アルミニウム(AIN)はウルツ鉱型構造を有し、c 軸に沿って自発分極を持つ。AIN は優れた温度安定性等の特徴から圧電体としてセンサーや高周波フィルター等に用いられている。2009 年に秋山らは AIN に Sc を添加した(AI_{1-x}Sc_x)N が良好な圧電応答を示すことを報告した^[1]。さらに、2019 年に Fichtner らによって(AI_{1-x}Sc_x)N が強誘電特性を有することが報告された^[2]。しかし(AI_{1-x}Sc_x)N は新規の強誘電体材料であり、強誘電性に関する研究報告がほとんどない。製膜温度や薄膜化による動作電圧の低減が実現すれば、用途は非常に広がることが期待される。本研究では、製膜温度、組成、膜厚を変更することによる強誘電特性の変化を調査したので報告する。

【実験方法】 二元同時スパッタリング法により、(111)Pt/TiO_x/SiO₂/(001)Si 基板上に(AI_{1-x}Sc_x)N 膜を作製した。製膜条件として製膜圧力を 5 mTorr とし、成膜温度が室温から 500 °C の範囲で種々の組成の膜の製膜を行った。さらに製膜時間を変化させることによって、ことなる厚さの膜を作製した。得られた膜は X 線回折(XRD)測定により結晶構造の評価を行い、さらに分極-電界(P-E)ヒステリシスループ測定により強誘電特性の評価を行った。

【結果と考察】 得られた膜は膜面直方向に c 軸配向していた。Figure 1 に XRD の面外および面内の測定から算出した c および a 軸方向の格子定数及び c/a 比の Sc/(Sc+Al)比による変化を示した。Sc/(Sc+Al)比の増加に伴って a 軸と c 軸の格子定数はそれぞれ増加および減少し、その結果として c/a 比が減少することが分かる。Figure 2 に(AI_{1-x}Sc_x)N (0 < x < 0.34)の P-E ヒステリシスループ測定の結果を示す。Sc/(Sc+Al)=16~34%の膜で強誘電性に起因する明瞭なヒステリシスループが確認された。当日は、結晶構造評価と強誘電性評価の組成依存に加えて、成膜温度及び膜厚依存についても発表する。

【謝辞】 本研究の一部は、文部科学省「元素戦略プロジェクト<研究拠点形成型>(課題番号 JPMXP0112101001)でおこなわれました。

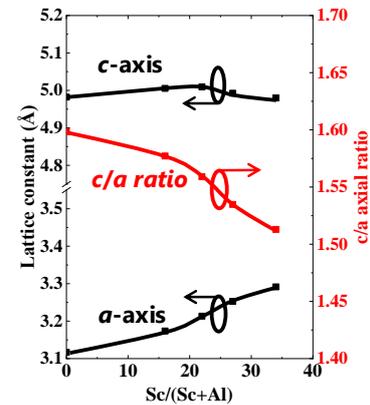
【参考文献】[1] M. Akiyama *et al.*, *Adv. Mater.*, **21**, 593-596 (2009).[2] S. Fichtner *et al.*, *J. Appl. Phys.*, **125**, 114103 (2019).

Fig. 1 Lattice constants of a- and c- axes and c/a ratio as a function of Sc/(Sc+Al) ratio in the films.

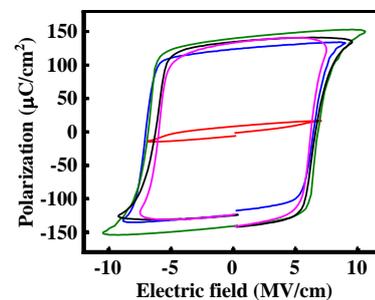


Fig. 2 P-E hysteresis loops measured at 100 kHz for (red) AlN, (blue) Al_{0.84}Sc_{0.16}N, (green) Al_{0.78}Sc_{0.22}N, (black) Al_{0.73}Sc_{0.27}N, and (pink) Al_{0.66}Sc_{0.34}N films.