

## (Sc<sub>x</sub>Al<sub>1-x</sub>)N 薄膜の強誘電性の温度依存性 Temperature dependence of the ferroelectricity in (Sc<sub>x</sub>Al<sub>1-x</sub>)N thin films

東工大物院<sup>1</sup>, NIMS<sup>2</sup>

○水谷涼一<sup>1</sup>, 安岡慎之介<sup>1</sup>, 清水荘雄<sup>2</sup>, 舟窪浩<sup>1</sup>

Tokyo Tech., NIMS<sup>2</sup>

○R. Mizutani<sup>1</sup>, S. Yasuoka<sup>1</sup>, T. Shimizu<sup>2</sup>, and H. Funakubo<sup>1</sup>

E-mail : mizutani.r.aa@m.titech.ac.jp

**[緒言]** スカンジウムアルミニナイトライド(Sc<sub>x</sub>Al<sub>1-x</sub>)N はウルツ鉱構造を有し、*c* 軸に沿って自発分極を持つ。2019年に Fichtner らによって(Sc<sub>x</sub>Al<sub>1-x</sub>)N が強誘電性を持つことが報告された<sup>[1]</sup>。我々は、残留分極値はウルツ鉱構造で広く使われている *u* パラメータで制御できることを明らかにするとともに、膜厚 9 nm でも強誘電性が発現できることを明らかにしてきた<sup>[2]</sup>。更に非加熱での製膜でも強誘電性が得られる可能性も明らかになった<sup>[3]</sup>。

しかし(Sc<sub>x</sub>Al<sub>1-x</sub>)N の強誘電性自身については、まだ十分な研究はなされていない。本研究では、分極反転挙動の温度依存性について調査したので報告する。

**[実験方法]** Al および Sc の金属ターゲットを用い、二元同時スパッタリング法により、(111)Pt/TiO<sub>x</sub>/SiO<sub>2</sub>/(001)Si 基板に(Sc<sub>x</sub>Al<sub>1-x</sub>)N 膜を製膜した。製膜圧力を 5 mTorr とし、製膜温度を 400 °C として、N<sub>2</sub> ガス雰囲気下で製膜した。

得られた膜について、測定温度を変えながら分極-電界(*P*-*E*)ヒステリシスループ測定と PUND 測定によって、強誘電特性の評価を行った。

**[結果と考察]** PUND 法によって温度を変えて測定した残留分極(*P<sub>r</sub>*)の最大電界(*E<sub>max</sub>*)依存性を Figure 1 に示す。*P<sub>r</sub>* の値は測定温度によって大きく変化していないことが分かる。一方、Figure 1 の *P<sub>r</sub>* の立ち上がり電界である抗電界(*E<sub>c</sub>*)は、測定温度を上げると減少していることが分かる。

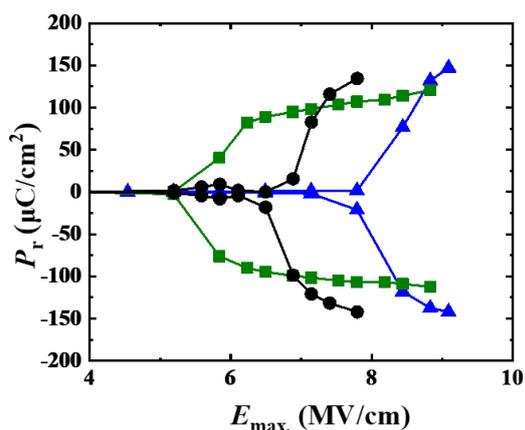
より広い温度範囲の *E<sub>c</sub>* の温度依存性の結果を Figure 2 に示す。広い温度範囲で温度が上昇すると、*E<sub>c</sub>* の値は減少することが明らかになった。以上の結果から、(Sc<sub>x</sub>Al<sub>1-x</sub>)N はこれまで報告されている強誘電体と比較して、*E<sub>c</sub>* の値が高いことが指摘されているが、*E<sub>c</sub>* には大きな温度依存性があることが明らかになった。

**[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>(JPMXP0112101001)の一環としておこなわれました。

**[参考文献]** [1] Fichtner *et al.*, *J. Appl. Phys.* **125**, 114103 (2019).

[2] Yasuoka *et al.*, *J. Appl. Phys.* **128**, 114103 (2020).

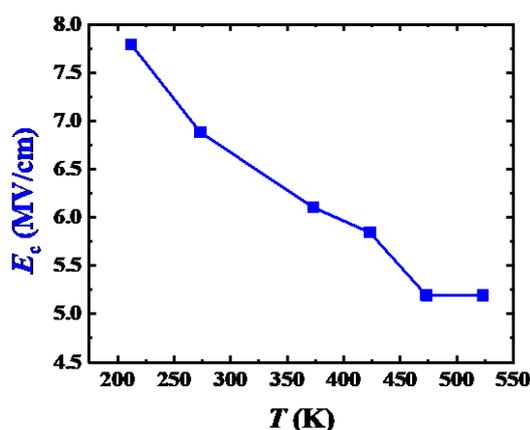
[3] 安岡ら、第 81 回応用物理学会秋季学術講演会、8p-Z17-3 (2020).



**Figure 1** Maximum electric field (*E<sub>max</sub>*) dependence of remanent polarization (*P<sub>r</sub>*) measured by PUND method.

**Measurement temperature:**

: (▲)215 K, (●) 273 K, (■) 423 K



**Figure 2** Temperature dependence of coercive field (*E<sub>c</sub>*).