

c 軸配向した $\text{Yb}_x\text{Al}_{1-x}\text{N}$ 圧電薄膜の XRD による結晶構造解析

XRD structural analysis for c -axis oriented $\text{Yb}_x\text{Al}_{1-x}\text{N}$ piezoelectric thin films

九大総理工¹, 産総研² ^{○(M2)}天野 雄貴¹, 上原 雅人^{1,2}, Anggraini Sri Ayu², 平田 研二²,

山田 浩志^{1,2}, 秋山 守人²

Kyushu Univ.¹, AIST², ^{○(M2)}Yuki Amano¹, Masato Uehara^{1,2}, Sri Ayu Anggraini², Kenji Hirata²,

Hiroshi Yamada^{1,2}, Morito Akiyama²

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

【緒言】ウルツ鉱型 AlN の c 軸配向膜は、圧電体としてセンサや高周波フィルタなどに用いられている。秋山らは、Sc 添加によって AlN の圧電定数 d_{33} が飛躍的に向上することを見出した¹⁾。しかし、Sc は高価であり、代替元素の探索が行われている。我々は、Yb を添加した $\text{Yb}_x\text{Al}_{1-x}\text{N}$ において、 $x=0.33$ で d_{33} が約 2 倍にまで向上することを見出した²⁾。 $x=0.37$ で d_{33} は低下し、 $x=0.39$ 以上では、ほとんど圧電反応は見られなかった。XRD による構造解析を行ったが、作製した薄膜は c 軸配向しているため、Out-of-Plane や In-Plane 測定でも相変化など不明な点が多かった。本研究では、広域逆格子マップ測定を行い、詳細な結晶構造解析を行った。

【実験方法】試料は n 型 Si(100) 基板上に Al と Yb の金属ターゲットを用いて、窒素／アルゴン混合ガス中で反応性多元同時スパッタリング法により、種々の Yb 濃度の $\text{Yb}_x\text{Al}_{1-x}\text{N}$ 薄膜を作製した。Out-of-Plane および In-Plane 測定に加え、広域逆格子マップ測定を行った。

【結果および考察】Fig.1 に $x=0.33$ の逆格子マップを示す。 $x=0\sim0.33$ では、A～G の 7 つの回折点が確認できた。これらにより試料はウルツ鉱型結晶の c 軸配向膜と同定できた。これら以外の回折点は確認できず、ウルツ鉱型結晶単相と考えられる。A～G の回折角の Yb 濃度依存性を調べたところ、 $x=0.37$ まで連続的に変化

していた。 $x=0.37$ での回折強度は著しく低く、結晶性が低下していたが、ウルツ鉱型結晶であることが分かった。 $x=0.39$ 以上では、回折強度は更に低下し、A と C の回折だけが確認できた。これらの回折角は $x=0.39$ で不連続に変化した。 $x=0.47$ では回折強度は更に低下したが、 $x=0.58$ では増加した。この試料では、A は岩塩型結晶 YbN の(200)、C は(111)の回折角の近くに確認できたことから、岩塩型結晶に相変化していることが示唆された。

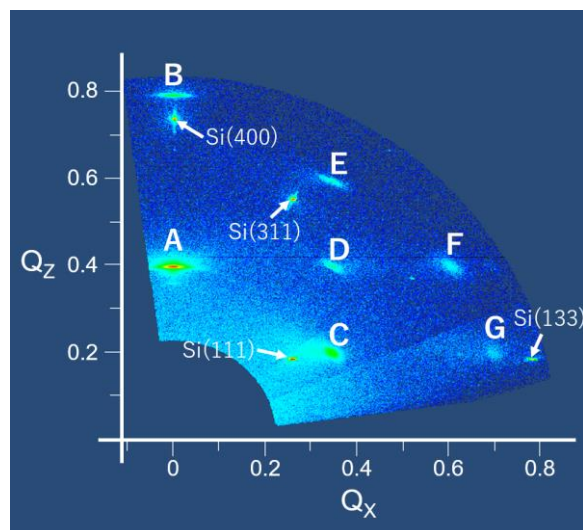


Fig.1 X-ray diffraction reciprocal space map of $\text{Yb}_{0.33}\text{Al}_{0.67}\text{N}$

【参考文献】

- 1) Akiyama et al., Adv. Mater., 21, 593-596 (2009)
- 2) 天野ら, 第 66 回応用物理学会春季学術講演会 講演予稿集 10a-PA4-8 (2019)