

AlN 圧電薄膜への Mg と Nb の添加効果

Effect of Mg and Nb Co-doping on AlN Piezoelectric Thin Film

上原 雅人^{1,3}、○重本 北斗³、長瀬 智美¹、會田 康弘²、梅田 圭一²、秋山 守人¹

(1. 産総研製造技術部門、2. 村田製作所、3. 九大総理工)

Masato Uehara^{1,3}, ○Hokuto Shigemoto³, Toshimi Nagase¹, Yasuhiro Aida², Keiichi Umeda², Morito

Akiyama¹ (1. AIST, 2. Murata Mfg. Co., Ltd., 3. Kyushu Univ.)

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

【緒言】ウルツ鉱型結晶構造をとる AlN は圧電材料として知られている。特に、Sc を添加した AlN は高い圧電定数と機械結合係数を示すことが秋山らによって報告され^{1,2)}、音声素子や MEMS デバイスへの利用に期待されている。しかし、Sc は工業的に広く使用されておらず高価なため、代替元素についての研究が行われている。我々は種々の元素について調査した結果、Mg と Nb を添加すると圧電定数 d_{33} が向上することを見出した³⁾。本稿ではその特性や構造について報告する。

【実験方法】窒素／アルゴン混合ガス中、Al と Mg、Nb を同時にスパッタすることで Mg-Nb-AlN 薄膜を(100)シリコン基板上に製膜した。条件は、圧力 0.2~0.5Pa、窒素 30~60%、温度 300~600℃である。作製した試料はアルファ社製ピエゾメーター(PM300)で圧電定数 d_{33} を測定した。また、XRD および SEM、TEM で薄膜の構造評価を行った。

【結果および考察】図 1 に一部の製膜した試料の d_{33} を示す。無添加の AlN の d_{33} は 5pC/N 程度である。Mg と Nb の添加によって増加し、添加量が約 70%以上では低下した。0.25Pa、500℃で製膜した添加量 65%の試料は 22pC/N を示し、無添加の 4 倍以上の値を示した。

図 2 は 0.25Pa、400℃で製膜した試料の格子定数評価の結果である。試料は c 軸配向しているため XRD では c 軸のみを、TEM-ED では断面観察により c 軸と a 軸を評価した。 c 軸は、

XRD と ED のいずれでも添加量 40%まで増加し、60%以上では減少した。一方、 a 軸は添加量とともに増加する傾向にあった。Sc 添加では添加量に対して c 軸は減少し、 a 軸は増加すると報告されており、本試料で添加元素に対する結晶の緩和様式が異なることが示唆された。

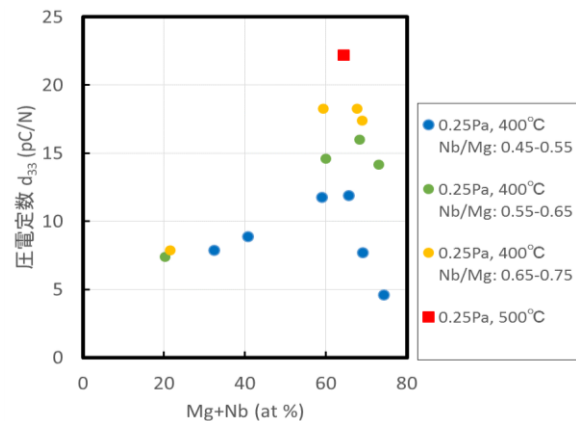


図 1 添加量に対する圧電定数 d_{33} の変化

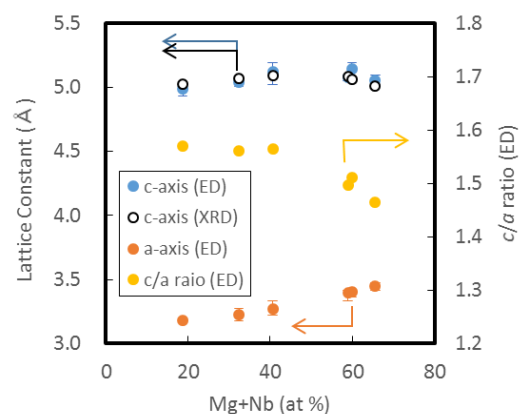


図 2 0.25Pa-400℃試料の格子定数変化

【参考文献】

- 1) Akiyama et al., Adv. Mater., 21, 593–596 (2009).
- 2) Akiyama et al., Appl. Phys. Lett. 102, 021915 (2013).
- 3) 圧電薄膜及びその製造方法、並びに圧電素子、特願 2014-118603.