

# 斜めスパッタ蒸着法による c 軸傾斜 ScAlN 薄膜の形成

## Growth of c-axis tilted ScAlN films by oblique angle sputtering deposition



早大, <sup>(PD)</sup>鈴木 雅視, 柳谷 隆彦  
 Waseda Univ., <sup>(PD)</sup>Masashi Suzuki and Takahiko Yanagitani  
 E-mail: cycle.masa.0526@gmail.com, yanagitani@waseda.jp

### 1. あらまし

擬似横波を励振する c 軸傾斜 AlN 膜は横波型薄膜共振子の圧電膜として用いられている。その際、c 軸傾斜 AlN 膜には高い横波に関する電気機械結合係数  $k'_{15}{}^2$  (高周波電界から横波超音波への変換効率を示す値) が要求される。AlN, ZnO などの 6mm 圧電材料では、電界方向に対する c 軸傾斜角度に依存して  $k'_{15}{}^2$  が変化する。AlN の場合、c 軸傾斜角度=30°付近において最も高い  $k'_{15}{}^2=5.3\%$  を示す(図3内水色線)。一般に、c 軸傾斜膜の形成には、スパッタ粒子を基板法線方向に対して斜めに入射する「斜め蒸着法」が用いられている。我々は、その手法を用いた c 軸傾斜 AlN, ZnO 薄膜の形成、高入射角度に起因した Shadowing 効果による c 軸傾斜 AlN 膜のナノ構造化について報告している<sup>1)</sup>。一方、近年 c 軸垂直 AlN 膜に対して Sc をヘビードープすることにより、圧電性が大きくなることが報告されている。この巨大圧電性 ScAlN 膜を用いて、c 軸傾斜膜が形成できれば、AlN 単結晶の値を超える、より高い  $k'_{15}{}^2$  が得られる可能性がある。

本研究では、斜めスパッタ蒸着法により c 軸傾斜 ScAlN 薄膜を作製、スパッタ粒子の入射角度が c 軸傾斜角度に与える影響について調査した。また Sc 添加による  $k'_{15}{}^2$  の増幅効果についても調査した。

### 2. 斜め蒸着法による c 軸傾斜 ScAlN 薄膜形成

スパッタ粒子の入射角度を変化させるために、図1に示すようにターゲット面に対する角度が0度、30度、60度、90度となるように基板を配置し、RF マグネトロンスパッタ法により c 軸傾斜 ScAlN 薄膜を作製した。また ScAlN 薄膜を形成するために、Al ターゲット上に Sc 粒 (30 粒, 合計 1.5 g) を配置した。エネルギー分散型 X 線分析で各試料の組成比を評価したところ、Sc 濃度 29-34% とほぼ同程度であることを確認している。

### 3. 結晶配向性評価

図2に(0002)面極点 X 線回折法により評価した各試料の c 軸傾斜角度分布を示す。c 軸傾斜角度は基板角度 0 度の試料では 3.3-14.2°、基板角度 30 度の試料では 11.0-16.8° となり、さほど傾斜しなかった。それに対して、基板角度 60、90 度の試料ではそれぞれ 31.3-31.7°、38.8-42.1° と大きい。つまりスパッタ粒子の基板への入射角度が大きくなれば、c 軸傾斜角度も大きくなっている。また、高い  $k'_{15}{}^2$  を持つと予想される c 軸傾斜角度 30° 付近の ScAlN 薄膜は基板角度 60 度配置で形成されていることを確認した。

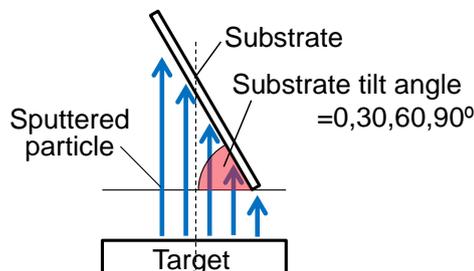


図1 スパッタ法による斜め蒸着の概略図

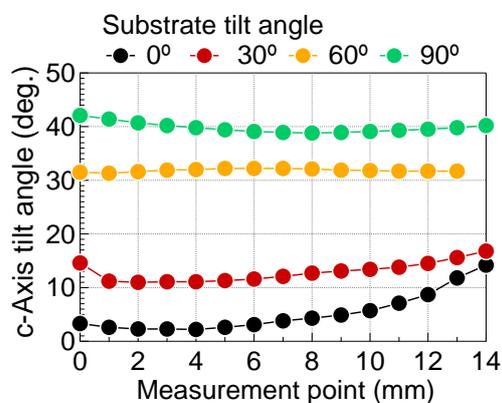


図2 各試料内の c 軸傾斜角度分布

### 4. 擬似すべりモード電気機械結合係数

各試料を用いて作製した共振子から評価した  $k'_{15}{}^2$  と c 軸傾斜角度の関係を図3に示す。ScAlN 多結晶薄膜の  $k'_{15}{}^2$  値は、各傾斜角度で AlN 単結晶より大きな値を示している。また AlN と同様に c 軸傾斜角度 30° 付近で  $k'_{15}{}^2$  が最も高くなっている。その  $k'_{15}{}^2$  値は 9.6% であり、AlN 単結晶の約 1.8 倍である。

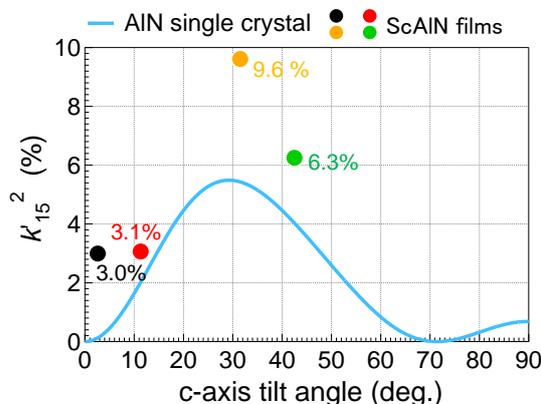


図3  $Sc_xAl_{1-x}N$  ( $x=0.29-0.34$ ) 薄膜の c 軸傾斜角度と  $k'_{15}{}^2$  の関係

- 1) T. Yanagitani and M. Suzuki, *Scr. Mater.*, **69**, 724 (2013).