

低圧スパッタによる負イオン照射の増大と ScAlN 薄膜の圧電性の劣化

Deterioration in the piezoelectric property of ScAlN thin film

by negative ion bombardment increased in low-pressure sputtering deposition

同志社大¹, 早稲田大², °富永 卓海¹, 高柳 真司¹, 柳谷 隆彦²

Doshisha Univ.¹, Waseda Univ.², °Takumi Tominaga¹, Shinji Takayanagi¹, Takahiko Yanagitani²

E-mail: stakayan@mail.doshisha.ac.jp

1. はじめに

ScAlN 薄膜は, AlN 薄膜よりも非常に大きな圧電性を有し注目されている^[1]. 一般に, ScAlN 薄膜はスパッタ法により作製される. 通常, 低圧でスパッタ成膜すると, スパッタ粒子の散乱や熱化が減少するため, 良好な薄膜が得られると考えられている^[2]. 一方で, 酸化物の低圧スパッタでは, 基板への O⁻などの負イオン照射が増大する^[3]. 我々はこれまでに, Sc ターゲットに含まれる不純物の炭素や酸素が負イオン照射となり, ScAlN 薄膜の圧電性が劣化することを明らかにした^[4]. 本稿では, これらの負イオン照射が低圧スパッタで増大し, ScAlN 薄膜の圧電性を劣化させることについて報告する.

2. 負イオン照射測定

四重極質量分析計付エネルギーアナライザ (PSM003, Hidden Analytical) を用いて, ScAlN 薄膜の成膜時に, 基板に照射される負イオンを測定した. ここで, 直径 80mm の Al 円板に Sc 粒 3.5 g を載せたものをターゲットとして用いた. 放電条件として, RF 電力 200 W, 放電ガス圧 0.14, 0.24, 0.35, 0.45, 0.56 Pa (Ar / N₂ = 2 / 1) に調整した. なお, この条件で ScAlN 薄膜を成膜すると, Sc 濃度が 37% となった. まず, 照射される負イオンの質量分析をした結果, CN⁻ が最も大きく観測された. その CN⁻ のエネルギー分布を, 積分強度と併せて Fig.1 に示す. 低圧にすることで CN⁻ の照射の増大が確認された. 特に 0.14 Pa では, 高エネルギーの CN⁻ が基板に対して照射されていることが判る.

3. ScAlN 薄膜の作製と圧電性の評価

Al 膜付合成石英基板上に, 2 章と同様の 5 つの放電ガス圧において ScAlN 薄膜を作製した. 続いて, 上部に Cu 膜を蒸着して HBAR 構造を作製し, 変換損失測定から電気機械結合係数 k_t^2 を推定した. その結果を Fig.2 に示す. 低圧にすることで, ScAlN の k_t^2 の低下が確認された. また, Fig.2 には同様の条件で成膜した AlN の k_t^2 も併せて示した. 前述のように, 低圧環境下ではスパッタ粒子の散乱や熱化が減少するた

め, AlN 薄膜では k_t^2 が向上した. しかし, 低圧環境下で作製した ScAlN 薄膜では, 結晶性, 圧電性が劣化した. これは, Sc 粒中の炭素などの不純物により発生する負イオンが, 低圧環境下で基板に大量に照射されることが原因だと考えられる. そのため, 低圧スパッタ成膜では, 負イオン照射の影響を考慮する必要がある.

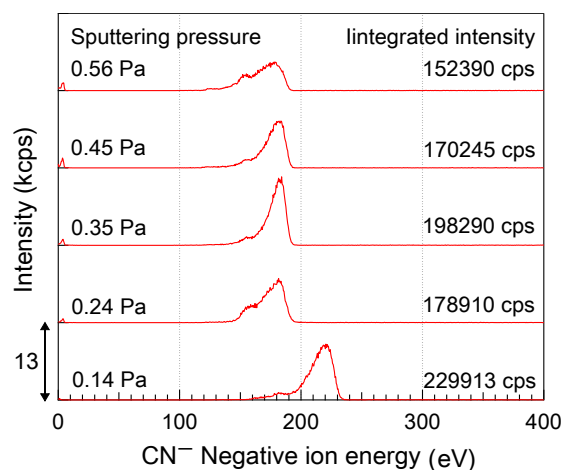


Fig.1 Energy distribution of CN⁻ negative ion.

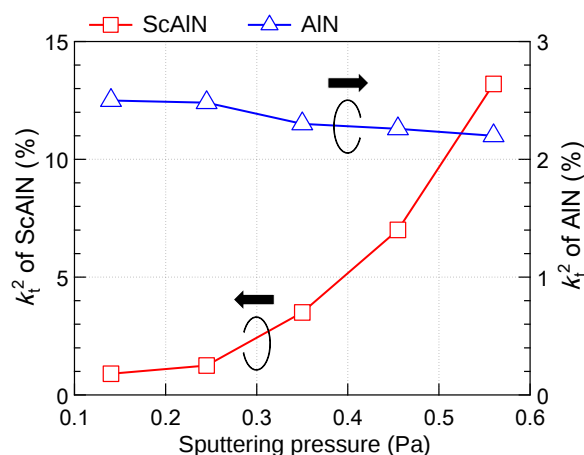


Fig.2 k_t^2 as a function of sputtering pressure.

4. 参考文献

- [1] M. Akiyama, et al., *Adv. Mater.*, **21**, 593 (2009).
- [2] T. Kamohara, et al., *Appl. Phys. Lett.*, **89**, 243507 (2006).
- [3] S. Takayanagi, et al., *Appl. Phys. Lett.*, **101**, 232902 (2012).
- [4] 高柳, 他, 圧電材料・デバイスシンポジウム 2019 予稿集, pp.13-16, 2019.