

溶融および焼結 ScAl 合金ターゲットを用いた高品質な ScAlN 薄膜の作製

High quality ScAlN films grown by using arc-melted and sintered ScAl alloy target sputtering

早稲田大学¹, 材研², JST さきがけ³, 名古屋工業大学⁴, 株式会社フルヤ金属⁵

○白 寧蕊^{1,2}, 唐澤 嶺^{1,2}, 高柳 真司⁴, 今川 誠⁵, 森坂 啓介⁵, 鈴木 雄⁵, 柳谷 隆彦^{1,2,3}

Waseda Univ.¹, ZAIKEN², JST PRESTO³, Nagoya Inst. Tech.⁴, FURUYA METAL CO., Ltd.⁵

○Ningrui Bai^{1,2}, Rei Karasawa^{1,2}, Shinji Takayanagi⁴, Makoto Imakawa⁵, Keisuke Morisaka⁵,

Yu Suzuki⁵, and Takahiko Yanagitani^{1,2,3}

E-mail: haku_neizui@ruri.waseda.jp

1. まえがき

圧電薄膜は移動体通信フィルタに応用されている。フィルタの帯域幅は圧電材料の電気機械結合係数で決まる。2008 年に、秋山らは AlN に Sc をドーブした ScAlN 薄膜において巨大な圧電性を発見している。ScAlN 薄膜は広帯域フィルタへの応用が期待されている。

ScAlN 薄膜の作製法として、Sc 粒を Al ターゲットに置く方法や ScAl 合金ターゲットを用いる成膜方法などが報告されている。Sc の表面は酸素が多く含まれるので、作製した薄膜の結晶性が劣化し、 k_t^2 値も低くなることもある。成膜中の結晶性の劣化を防ぐために、ターゲットを改善し、高結晶性と高 k_t^2 値の ScAlN 薄膜を作製することを本研究の目的とする。

2. ScAlN 薄膜の作製と測定

本研究では、三種類のターゲットを用いて、一元スパッタ法で ScAlN 薄膜を作製した。一つ目は、比較として Sc 粒を Al ターゲットに配置したターゲットを準備した。二つ目は、ScAl アーク溶融合金である。これはアーク溶解により真空溶融したものであり、酸素濃度が少ない利点がある。三つ目は焼結 ScAl 合金で、ガスアトマイズ法により作製した粉体を焼結したものである。酸素濃度がアーク溶融法より高くなるが、大型のターゲットを作製できる利点がある。

ターゲットに含まれる不純物は赤外線吸収法により評価した。溶融ターゲットに含まれていた不純物の酸素は 900 ppm、炭素は 50 ppm であった。焼結ターゲットに含まれていた酸素は 8000 ppm、炭素は 300 ppm であった。

酸素負イオンの影響を低減のため、成膜前に長時間のプレスパッタを行った。成膜中ターゲットから出る酸素負イオンの照射量は四重極質量分析計付エネルギーアナライザで測定した。

作製した ScAlN 薄膜の結晶性は X 線回折装置(XRD) により評価した。三種類のターゲットで作製した試料の(0001) ω ロッキングカーブ半値幅は全て 2.0° 程度で、良好な結晶性とい

える。

3. ScAlN 薄膜の圧電性の評価

薄膜に上部電極として金を真空蒸着し、共振子を作製した。ネットワークアナライザで変換損失を測定し、Mason 等価回路モデルにより計算した変換損失の理論値と比べて、 k_t^2 値を算出した。

Sc 粒で作製した薄膜の k_t^2 値は 14.7% であった。アーク溶融合金で成膜した ScAlN 薄膜の k_t^2 値は 22.0% であった。焼結合金で成膜した薄膜の k_t^2 値は 20.1% であった。

4. まとめ

アーク溶融合金と焼結合金ターゲットで成膜した ScAlN 薄膜は Sc 粒を使ったものに比べてより高い k_t^2 値を得た。焼結合金の酸素濃度が高いが、アーク溶融合金と比べて同じ程度の k_t^2 値となった。

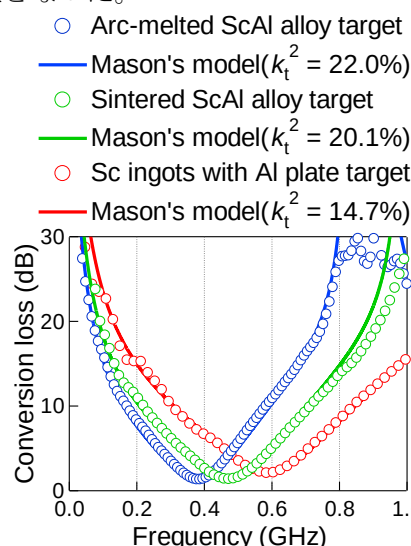


Figure 1. Experimental and theoretical conversion loss curves of ScAlN films made by Arc-melted ScAl alloy target, sintered ScAl alloy target, and Sc ingots with pure Al plate target. The theoretic Al curves were simulated by Mason's equivalent circuit model including the electrode layers.