

電子ビーム真空溶融により合成した ScAl 合金スパッタターゲットを用いた 高品質 ScAlN 薄膜の成長

ScAl alloy sputtering target for ScAlN thin film growth synthesized
by e-beam vacuum melting

早大院先進理工¹, JST さきがけ², 材研³ ○遠藤 結佳¹, 佐野 耕平¹, 唐澤 嶺¹, 柳谷 隆彦^{1,2,3}

Waseda Univ.¹, JST PRESTO², ZAIKEN³ ○Yuka Endo¹, Ko-hei Sano¹, Rei Karasawa¹, Takahiko Yanagitani¹

E-mail: y.endo0126@ruri.wasda.jp, yanagitani@waseda.jp

1. まえがき

AlN 薄膜に Sc を添加した ScAlN 薄膜の巨大圧電性が報告[1]されて以来, FBAR フィルタなどへの応用研究が盛んに行われている. ScAlN 薄膜の圧電性は Sc の添加量を増加させることで劇的に増加する. しかし, 添加材料である Sc は酸化しやすくスパッタ成膜時に酸素および窒化炭素の高速負イオンが結晶性を劣化させることが指摘されている[2]. 我々は, Sc 粒を電子ビーム照射による真空溶解することで酸素を取り除いた ScAl 合金ターゲットの作製を試みた.

本報告では, RF マグネトロンスパッタ法において自作した ScAl 合金ターゲットを用いた場合と Sc 粒をターゲットとした場合の薄膜の結晶配向性および電気機械結合係数 k_t^2 値を比較することで ScAl の真空溶解合金化による有用性を確かめた.

2. Sc 溶融合金の作製

Fig. 1 に示すように, 真空溶解装置内に Sc/Al 比が 40 %となるように Sc 粒 7.8 g, Al 粒 7.1 g を均等に混ぜ合わせ配置した. 電子ビームガンにより Sc 粒と Al 粒が完全に溶けるまで加熱し, 2 インチの ScAl 合金ターゲットを作製した.

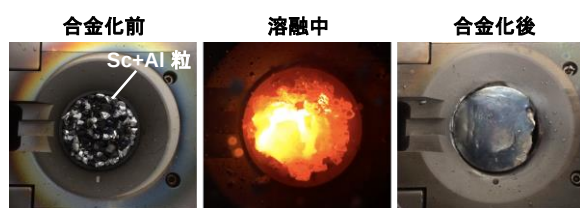


Fig. 1 Images of ScAl alloy melting in the vacuum

3. ScAlN 薄膜の作製と評価

自作した ScAl 合金, Sc 粒を配置した Al 金属ターゲットの 2 種類を用いて, RF マグネトロンスパッタ法により ScAlN 薄膜を作製した.

薄膜の結晶配向性は, X 線回折装置(X'Pert Pro, PANalytical)によるロックングカーブ半値幅(FWHM)から評価した. 圧電性(電気機械結合係数 k_t^2)は共振子を作製し, Mason の等価回路モデルから計算した理論変換損失と比較することで算出した.

ScAl 合金ターゲットおよび Sc 粒+Al ターゲ

ットを用いて作製した試料の FWHM と k_t^2 値の関係を Fig. 2 に示す. 合金を用いた場合, Sc が 20%以上添加された高圧電性膜が得られた. 一方, Sc 粒を用いた場合は Sc 添加量が増すにつれ結晶配向性が低下し合金使用時と比べて圧電性が低い傾向がある.

これより, 合金ターゲットを用いることで高濃度の Sc の添加を実現でき, 高い k_t^2 値の ScAlN 薄膜の作製が可能であることがわかった.

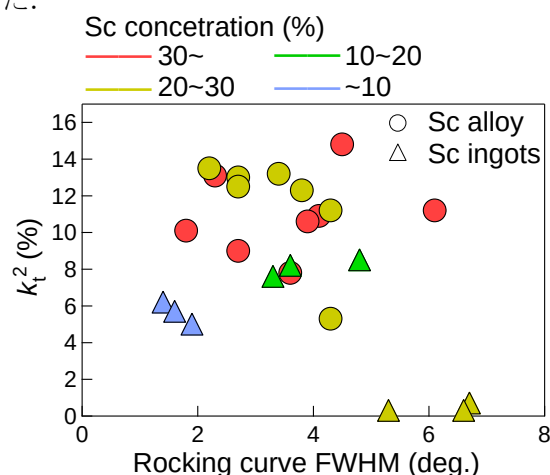


Fig. 2 Rocking curve FWHM vs k_t^2 in the ScAlN films grown by using ScAl alloy target or Sc ingots on Al metal target

4. あとがき

ScAl 合金および Sc 粒+Al ターゲットを用いた際の ScAlN 薄膜の結晶配向性と圧電性の関係から Sc 粒による結晶性の劣化が明らかとなった. 合金ターゲットを用いることで Sc の添加量を増やすことができ, 圧電性の高い ScAlN 薄膜を得ることに成功した.

参考文献

- [1] T. Akiyama, T. Kamohara, K. Kano, A. Tashigahara, Y. Takeuchi and N. Kawahara, Adv. Mater. 21, (2008) 593-596.
- [2] S. Takayanagi and T. Yanagitani, 2016 IEEE Ultrason. Symp., (2016) 1-4.
- [3] T. Yanagitani, K. Arakawa, K. Kano, A. Teshigahara and M.Akiyama, in Proc. 2010 IEEE Ultrason. Symp., (2010) 2095-2098.