

ScAlN 薄膜装荷による縦型リーキー弾性表面波の低損失化

Loss Reduction of Longitudinal-type Leaky SAW by Loading with ScAlN Thin Film

○五味 将史, 垣尾 省司 (山梨大院医工)

○Masashi Gomi and Shoji Kakio (Univ. of Yamanashi)

E-mail: g15me011@yamanashi.ac.jp

1. はじめに

縦型リーキー弾性表面波(Longitudinal-type Leaky SAW: LLSAW)は速い位相速度を有するため, SAW デバイスの高周波化に有利な伝搬モードであるが, 非常に大きな伝搬減衰を有している. 著者のグループでは, LiNbO_3 (LN)基板上に高音速な AlN 薄膜を装荷すると, LLSAW 伝搬減衰が低減することを明らかにしている^[1]. しかし, AlN 装荷により電気機械結合係数 K^2 が減少する問題点がある. 一方, AlN 薄膜に Sc を添加した ScAlN 薄膜において, 大きな圧電定数が報告されている^[2]. ScAlN 薄膜を LLSAW の低損失化に適用することにより, K^2 の向上が期待できる.

本報告では, Al と Sc の 2 つのターゲットを用いる二元スパッタリング法により ScAlN 薄膜を作製し, 配向性と圧電性を評価した結果と, ScAlN 薄膜を装荷した X36°Y-LN 上の LLSAW 伝搬特性を評価した結果について述べる.

2. ScAlN 薄膜の作製と圧電性評価

2基のロングスロースパッタカソードを有する RF マグネトロンスパッタリング装置(ULVAC MPS-2000)を用い, 表1に示す成膜条件により ScAlN 薄膜を成膜した. X線回折によってその配向性を評価した後, 薄膜表面に波長 $\lambda=4.8 \mu\text{m}$ のすだれ状電極(IDT)をAl蒸着薄膜で作製し, SAW の K^2 を評価した.

まず, SiO_2 基板を用いて, $\text{Ar}:\text{N}_2$ ガス流量比とガス圧依存性を検討した. いずれの成膜条件においても ScAlN(002)面の X 線回折ピークが観測され, c 軸配向されていたが, $\text{Ar}:\text{N}_2=12:8$ sccm, ガス圧 0.22 Pa のとき, 最も高いピーク強度が得られた. しかし, SAW 励振は観測されなかった. Sc ターゲットのカソードパワーを 150 W に増加させても同様であった.

表 1 成膜条件

ガス圧 [Pa]	0.22~0.36
Ar: N_2 ガス流量比 [sccm]	8:12~14:6
基板温度 [°C]	150
カソードパワー(Al) [W]	150
カソードパワー(Sc) [W]	50
N_2 ラジカルパワー [W]	150
成膜時間 [h]	2.0~3.5

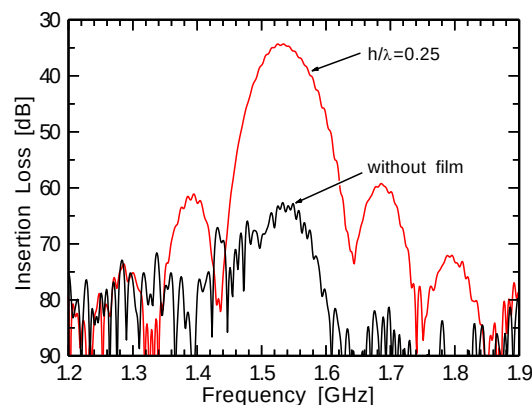


図 1 LLSAW の周波数特性

次に, R面サファイア, (111)Si, 表面に SiO_2 酸化膜を形成した(100)Siの3種の基板上に上述の条件で ScAlN 薄膜を成膜した. ただし, Sc のカソードパワーを 150 W とした. 規格化膜厚 h/λ はそれぞれ 0.37, 0.15, 0.21 であった. 特に Si 基板上で高配向な薄膜が得られた. これらの試料では SAW の励振が観測されたが, いずれの試料でも K^2 は 0.1% 未満と小さい値であった. また, ラザフォード後方散乱分光法により測定した ScAlN 薄膜の Sc 濃度, $\text{Sc}/(\text{Sc}+\text{Al})$ は 24% であった. これは, ScAlN 薄膜において圧電定数が最大となる Sc 濃度の報告値 43%^[2] に対して, 約半分である.

3. ScAlN/X36°Y-LN 上の LLSAW 伝搬特性

ScAlN 薄膜の大きな圧電性は得られていないが, LLSAW の低損失化への適用を検討した. X36°Y-LN 上に $\lambda=4.8 \mu\text{m}$ の IDT 対(伝搬路は薄膜と基板の境界面を短絡)を形成した後, ScAlN 薄膜を成膜した. 膜厚は, 理論解析により得られた伝搬減衰が最小となる膜厚付近($h/\lambda=0.25$)とした. 図 1 に薄膜装荷前後の LLSAW 周波数特性を示す(対数 15, 伝搬路長 100λ). LLSAW の最小挿入損失は薄膜装荷によって 28 dB 減少した. よって, Sc 濃度 24% の ScAlN 薄膜の装荷において LLSAW 低損失化の効果があることがわかった.

参考文献

- [1] F. Matsukura and S. Kakio: Jpn. J. Appl. Phys. **53** (2014) 07KD04.
- [2] M. Akiyama, et al.: Adv. Mater. **21** (2009) 593.