

YbAlN 圧電薄膜の UHF 帯における電気機械結合係数 k_t^2 の増幅

Large electromechanical coupling coefficient of YbAlN piezoelectric thin films in the UHF range

早大先進理工¹, 材研², JST さきがけ³ ○(M1)木原 流唯^{1,2}, 柳谷 隆彦^{1,2,3}

Waseda Univ.¹, ZAIKEN², JST-PRESTO³, ○Rui Kihara¹, Takahiko Yanagitani²

E-mail: wrooney@ruri.waseda.jp

1. まえがき

5G 以降の無線通信において、超高速・大容量の通信を目指して、広帯域かつ急峻な周波数特性をもつBAWフィルタが必要とされている。帯域幅は電気機械結合係数 k_t^2 が大きいほど広くなる。スマートフォンに搭載されているBAWフィルタにはAlNが用いられており、 k_t^2 は6.5%程度である。そのため、最近ではScをドーピングして巨大圧電性をもたせたScAlN[1]が、より広帯域なフィルタとして実用化され始めている。そこで、新しいAlN系圧電薄膜材料の探索が盛んに行われている。我々のグループではこれまでに、YbをGaNに添加することで、GHzにおいて k_t^2 が向上することを報告している[2]。さらに、我々はYbAlN薄膜においてもYb添加により k_t^2 が増幅することを発見した[3]。 k_t^2 は11%まで増幅する。その後、秋山らによってYbAlN薄膜の d_{33} の増加が確認されている[4]。本研究では、YbAlN薄膜の k_t^2 のYb濃度依存性のより詳しいデータを報告する。

2. YbAlN 薄膜の作製と結晶配向性・圧電性の評価

YbAlN 薄膜は、一元 RF マグネトロンスパッタ法を用いて、Al 金属ターゲットに装荷する Yb 粒の量を変化させながら作製した。基板には石英ガラス、下部電極には(0001)面の高配向 Ti、上部電極には Au を用いた。YbAlN 薄膜の結晶配向性は、X 線回折装置(PANalytical X'Pert Pro MRD)で評価した。また、本研究では、変換損失法によって UHF 帯で k_t^2 を推定した[4]。作製した Au/YbAlN/Ti/石英ガラスから成る基板付き薄膜構造(HBAR)に対し、ネットワークアナライザ(E5071, Agilent Technologies)によって挿入損失を測定した。ここから得られる実験値の変換損失曲線と、Mason の等価回路モデルから得られる理論値の変換損失曲線をフィッ

ティングし、 k_t^2 を推定した。図 1 に、YbAlN 薄膜における、Yb 濃度と k_t^2 、(0002)面の ω 走査ロックイングカーブ半値幅(FWHM)の関係を示す。図 1 から、AlN に Yb を添加することで圧電性が増加していることが明らかである。また、Yb 濃度の増加に伴い、 k_t^2 も増加していく傾向がある。

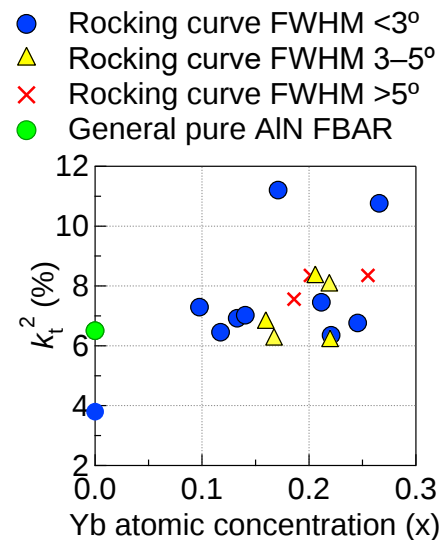


Fig.1 A relationship between Yb concentrations (x) and FWHM and k_t^2 in the $\text{Yb}_x\text{Al}_{1-x}\text{N}$

3. 謝辞

本研究は JST 戦略的創造研究推進事業(さきがけ)(No. JPMJPR16R8)および科研費(基盤研究 B, No.16H04356, No.19H02202, 挑戦的研究(萌芽) No.18K19037)の支援を受けて行われました。

4. 参考文献

- [1] M. Akiyama., *Adv. Mater.* **21**, 593 (2008).
- [2] T. Yanagitani and M. Suzuki, *APL*, **104**, 082911 (2014).
- [3] *US Patent Application* 20190089325.
- [4] Y. Amano, et. al., *JSAP Spring Meeting* 10a-PA4-8, (2019).