

レクテナ昇圧素子に向けた SMR 型傾斜反転 ScAlN 圧電薄膜トランス

SMR Type Transformers with ScAlN Multilayer for Rectifying Antenna

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

Waseda Univ.¹, ZAIKEN², JST-PREST³, °Sarina Kinoshita^{1,2}, Takahiko Yanagitani^{1,2,3}

E-mail: sarina_kino@fuji.waseda.jp, yanagitani@waseda.jp

1. まえがき

社会に無数の小型センサを散りばめ、ヒトやモノが繋がる IoT 社会の到来が予測されている。その実現には半永久的にワイヤレスで電源の供給をする技術が求められる。その一つの方法として周囲の電波から発電するエネルギーハーベスティングが考えられている。電波のエネルギーハーベスティングでは、レクテナと呼ばれるアンテナとダイオードからなる素子を用いて RF-DC 変換を行う。しかし電波の強度は微弱であるため、レクテナの効率は著しく低下する。そのため入力電波の電圧を増幅する必要がある。本研究ではレクテナ昇圧回路のための小型素子として、Fig. 1 に示すような ScAlN 圧電薄膜の多層構造を用いた、圧電トランス薄膜共振子を提案する。1 層にアンテナからのマイクロ波を入力し、残りの層から出力をとると、出力側のインピーダンスが入力側の層数倍になるため、GHz 帯で動作する圧電トランスとして機能すると考えられる。我々のグループは地上デジタル放送波(500-700 MHz)の周波数帯で駆動する 4 層ジグザグ構造を用いた HBAR 型の圧電トランス(Fig.1(a))を作製し、図 2(a)に示すように 12 倍の電圧増幅に成功した。さらに等価回路モデルとよく一致していることを報告した^[2]。図 2(b)の断面 SEM により同サンプルの 4 層構造が確認された。今回は、さらに狭帯域で駆動させることのできる SMR 型圧電トランス(Fig.1(b))の作製を試みた。

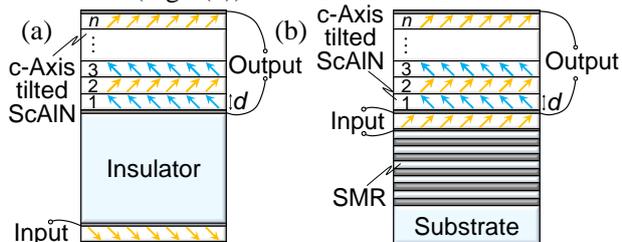


Fig. 1 (a) HBAR type transformers and (b) SMR type transformers.

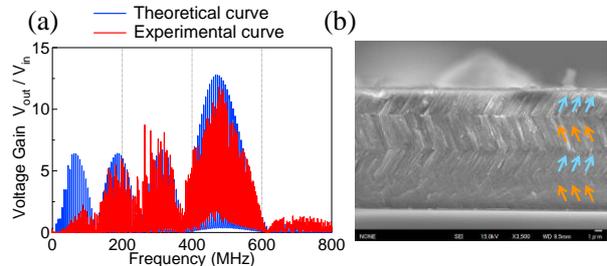


Fig. 2 (a) Voltage gain of HBAR type transformer. (b) Cross sectional SEM image of 4 layers.

2. SMR 上 ScAlN の作製

ScAlN 薄膜は RF マグネトロンスパッタ法により堆積した。横波 k'_{15} が大きく、かつ縦波の励振が小さくなる 45° となる成膜条件を用いた。電極をパターンニングした SMR 上に作製し、ネットワークアナライザ(E5071C, Agilent Technologies) を用い電気特性の評価を行った。

はじめに一般的に用いられる W/SiO₂ 多層 SMR を用いた。その結果、静電遮蔽されていない多層膜間の電極と SMR 内の W 間の電界によるピークが観察された。そこで絶縁体のみで構成する Ta₂O₅/SiO₂ 多層 SMR を設計した。図 3(a)に絶縁体 SMR の断面 SEM 画像を、図 3(b)に絶縁体 SMR 上の圧電特性を示す。Q 値は 110、 k_{eff} 値は 13.4%と見積もられた。今後はこれを用いて圧電トランスの作製を試みる。

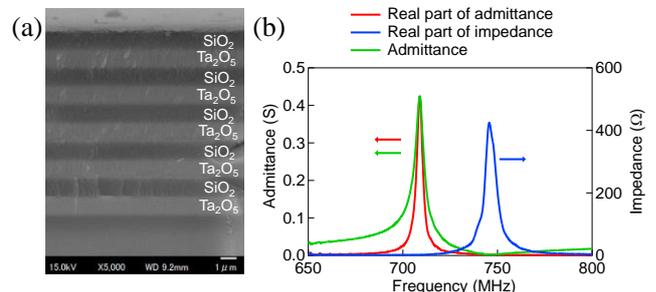


Fig. 3 (a) Cross sectional SEM image of SMR and (b) piezoelectric characteristics of ScAlN film on SMR.

参考文献

- [1] A. N. Parks, et al., *Proc. IEEE WiSNET*, pp. 154-156, 2013.
- [2] S. Kinoshita et al., *Proc. IEEE Ultrason. Symp.*, 2019.
- [3] M. Suzuki et al., *Proc. IEEE Ultrason. Symp.*, 2015.
- [4] J. Rosenbaum, *Bulk Acoustic Wave Theory and Devices*, pp. 14-15, 1988.