

誘電率の異なる材料を組み合わせた圧電薄膜トランスの作製

BAW transformer using the combination of high and low dielectric constant films

早大先進理工¹, 材研², JST-CREST³ ○(B)岸 大貴^{1,2}, (M2)木下 紗里那^{1,2}, (M1)泉 航太^{1,2},
柳谷 隆彦^{1,2,3}

Waseda Univ.¹, ZAIKEN², JST-CREST³, Hiroki Kishi^{1,2}, Sarina Kinoshita^{1,2}, Kota Izumi^{1,2} and
Takahiko Yanagitani^{1,2,3}

E-mail : hiroki3141592@akane.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、それらのセンサからビッグデータを取得し解析する時代が訪れると予測されている。このような社会の実現には、各々のセンサが周囲環境からエネルギーを得て発電する技術が求められる。環境電波を用いたエネルギーハーベスティングの場合、アンテナとダイオードから成るレクテナと呼ばれる素子を用いて電波を RF-DC 変換する。通常、環境電波の強度は微弱なため、ダイオードの立ち上がり電圧以下となりレクテナの効率は著しく低下する^[1]。

解決策として、これまで我々のグループでは c 軸ジグザグ配向 ScAlN 圧電トランス薄膜共振子を提案している^[2,3]。これは圧電薄膜音響共振子(FBAR)と圧電トランスの両方の機能を持つものである。分極反転構造を持つ共振子は高次モードで共振する^[4]。分極反転 FBAR の各層の膜厚と単層 FBAR の膜厚が等しい場合、動作周波数は等しくなる。単層側にアンテナのマイクロ波を入力し多層側に出力をとると、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。しかし、この構造では c 軸を左右に反転させ成長させる必要があるため、量産を考えると大面積化が困難なことが問題点として考えられる。

そこで本研究では、レクテナ昇圧回路のための素子として、入力側である単層側に PZT 系エピ薄膜、出力側である多層側に c 軸配向 ScAlN/SiO₂ 多層膜を積層させた圧電薄膜トランスを提案する。入力側圧電薄膜として、出力側に比べ高誘電率な圧電薄膜を堆積させることで、入力側と出力側でインピーダンス変換をすることが出来る。この構造であれば特性はやや劣るものの、c 軸を左右に反転成長させる必要が無く、市販の成膜装置を用いて大面積での作製が可能であると考えられる。今回は簡便のため入力側を ScAlN とした c 軸配向 ScAlN/SiO₂ 積層型圧電薄膜トランスについて報告する。

2. 結果

ScAlN 薄膜及び SiO₂ 薄膜を RF マグネトロンスパッタ法により堆積させた。作製した

ScAlN/SiO₂ 積層型圧電薄膜トランスの模式図を Fig.1 に示す。ネットワークアナライザ (E5071C, Agilent Technologies)を用いて 4 端子回路の S パラメータ測定を行い、開放電圧入出力比を計算した。その結果、Fig.2 に示すように 890MHz において約 4.5 倍の昇圧に成功した。今後は単層側を PZT 系エピ薄膜とした圧電薄膜トランスの作製について検討する。

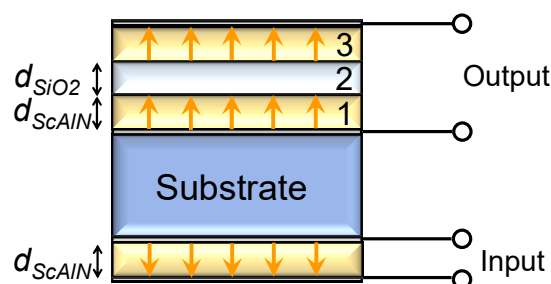


Fig.1 ScAlN/SiO₂ 積層型圧電薄膜トランス

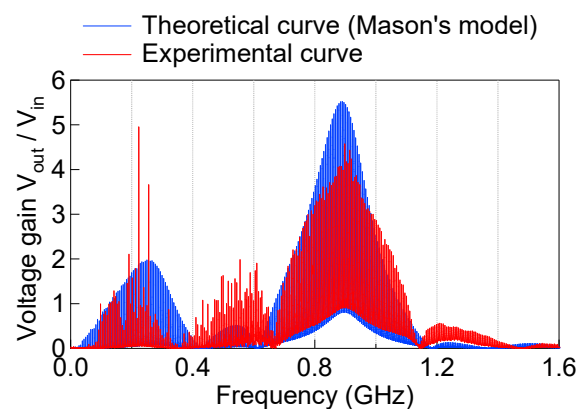


Fig.2 作製した圧電薄膜トランスの昇圧比

参考文献

- [1] T.-W. Yoo and K. Chang, *IEEE Trans. Micro. Theory and Tech.*, **40**, 1259 (1992).
- [2] R. Karasawa and T. Yanagitani, *Proc. IEEE Ultrason. Symp.*, **8091618**, 1 (2017).
- [3] S. Kinoshita and T. Yanagitani, *Proc. IEEE Ultrason. Symp.*, **8925674**, 1118 (2019).
- [4] K.Nakamura, H.Ando and H.Shimizu, *Proc. IEEE Ultrason. Symp.* 712 (1986).
- [5] R. Karasawa and T. Yanagitani, *Proc. IEEE Ultrason. Symp.* **8580083**, (2017).