

ツイスト形高インピーダンス微小ループアンテナの検討

竹田友樹・坂井尚貴・伊東健治（金沢工業大学）

1. まえがき

放送や携帯電話などの電波より直流電力を取り出すエネルギーハーベスティングの検討が行われている。高インピーダンスアンテナを用いることで、高アンテナ出力電圧を得ることができ、微弱な電波での整流効率を高めることができる。我々は、1 MHz 帯において 330 kΩ の微小ループアンテナ(SLA)により 1nW での整流動作を確認している[1]。本報告では、VHF 帯 SLA の高インピーダンス化の検討結果を報告する。

2. ツイスト形微小ループアンテナ

図 1 にツイスト形 SLA(TSLA)の構成と等価回路を示す。同図(a)に示すように TSLA は SLA を捻り、8 の字状にする構成である。SLA も TSLA も共振周波数を設定する外部コンデンサ C_e を接続している。同図(b)の等価回路において、 L_a はアンテナインダクタンス、 R_a は放射抵抗と損失抵抗の和で与えられるアンテナ抵抗、 C_a は寄生容量、である。共振時のアンテナインピーダンス R_0 は次式で与えられる。

$$R_0 = (\omega_0 L_a)^2 / R_a \quad , \quad \omega_0 = [L_a(C_a + C_e)]^{-0.5} \quad (1)$$

図 2 に寸法 A に対する R_0 と放射効率の計算値を示す。計算にはモーメント法を用いている。周波数 $f_0 = 250$ MHz である。TSLA は全長が長く高 L_a となり、捻りにより放射抵抗が低下し、低 R_a となる。その結果、高 R_0 が得られる。一方で、放射抵抗の低下により、放射効率が低下する。そのため導体半径 r を大きくする必要がある。

3. 測定結果

図 3 に SLA と TSLA のインピーダンスを示す。同図には測定値と計算値を示す。300MHz 以下では、SLA, TSLA のいずれも、リアクタンス x は測定値と計算値でよい一致が得られている。抵抗 r については、リアクタンスよりも非常に小さな値であるため、十分な測定精度が得られていない。しかし、TSLA が低抵抗 r であることは確認できる。インピーダンスの測定値からの R_0 の推定は困難である。今後、レクテナを用いて R_0 の推定[2]を行う。

4. むすび

本報告では微小ループアンテナの高インピーダンス化を目的に TSLA の検討結果を示した。本研究は「微小エネルギーを利用した革新的な環境発電技術の創出」(JST-CREST Grant number JPMJCR20Q1)の成果の一部である。

参考文献

- [1] 安丸, 伊東他, 信学技報, vol. 119, no.346, MW2019-120, pp. 11-16, 2019年12月
- [2] 安丸, 伊東他, 信学技報, vol. 120, no.280, MW2019-79, pp. 48-53, 2020年12月

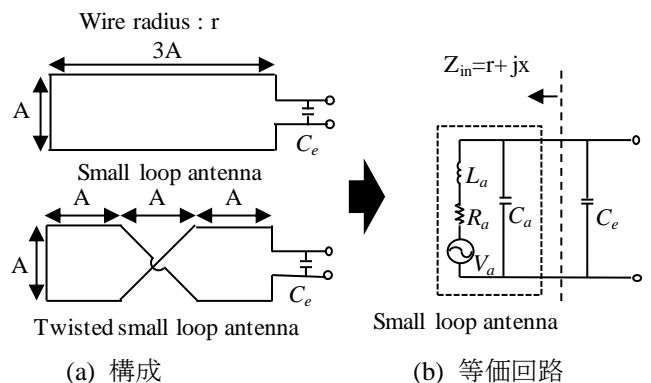


図1. ツイスト形微小ループアンテナの構成と等価回路

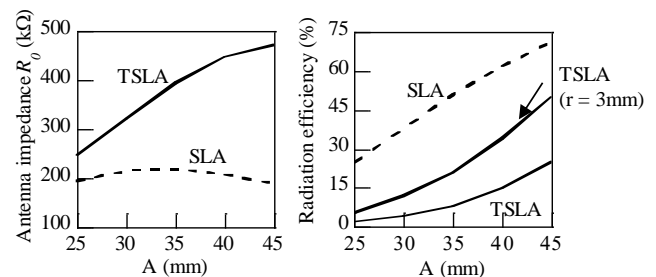
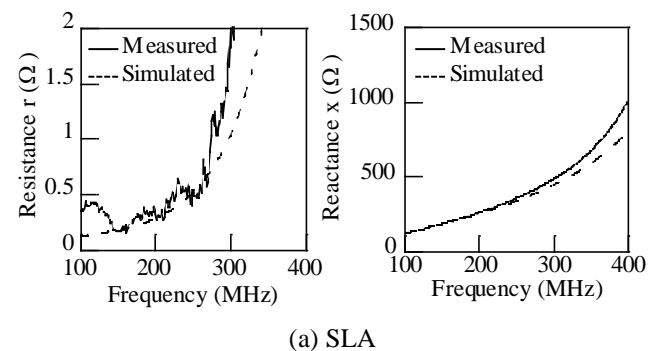
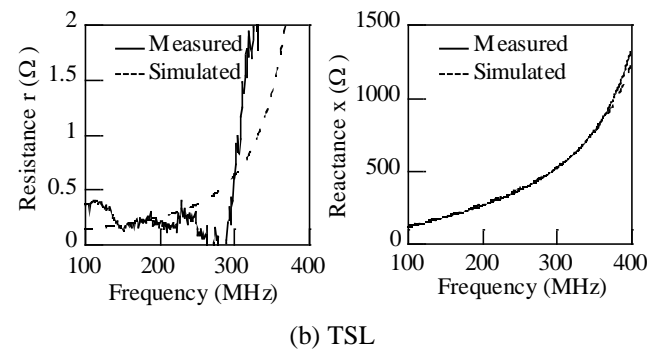


図2. 寸法Aに対する R_0 と放射効率の計算値 ($f_0 = 250$ MHz, $r=1$ mm, モーメント法)



(a) SLA



(b) TSL

図3. SLAとTSLAのインピーダンス ($A = 35$ mm, $r=1$ mm)

