

マイクロ波電力伝送の高効率化に関する研究

製品・機能評価課 奈須野雅明、塚本吉俊、宮田直幸、升方康智、寺澤孝志

若い研究者を育てる会 コーセル株式会社 水島颯汰 株式会社タカギセイコー 種岡涼音

1. 緒言

マイクロ波無線電力伝送(MWPT: Microwave Wireless Power Transmission)はマイクロ波を用いて電力を送る技術であり、アンテナを用いて空間中にマイクロ波を伝搬させるため、通信同様に遠方への電力伝送も可能である¹⁾。本研究では、IoT デバイスへの給電を目的として、マイクロ波(2.4GHz 帯)を直流電力に整流変換するレクテナ(rectenna; rectifying antenna: 整流回路付き受電アンテナ)を試作し、特性評価を行ってきた²⁾。今年度は高効率化を図るため、レクテナの基本要素である受電アンテナおよび整流回路の性能向上のための検討を行った。

2. 実験方法および実験結果

2.1 受電アンテナのアレイ化

前年度試作したマイクロストリップアンテナ(MS アンテナ)の素子形状を元に 2 素子(2×1)と 4 素子(2×2)のアレイアンテナの試作評価を行った。Femtet(村田ソフトウェア株式会社の CAE ソフト)を用いて、 S_{11} パラメータのシミュレーションを行い、プリント基板を CNC ルータで切削加工して、 S_{11} パラメータと放射特性の評価を行った。1 素子、2 素子、4 素子の放射特性結果を図 1 に示す。

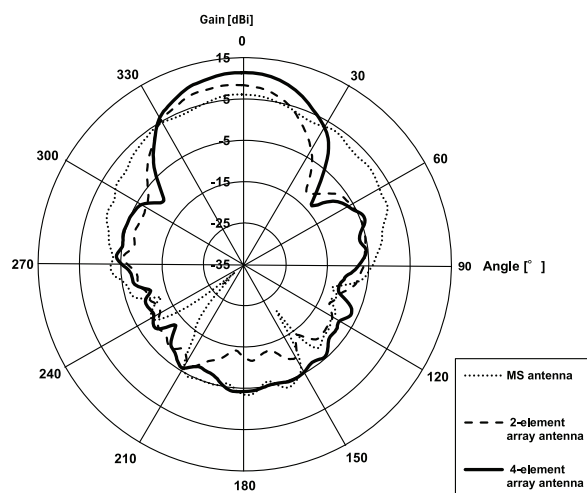


Fig. 1 Array antenna radiation characteristics measurement results

2.2 整流回路の特性評価

整流回路は、1つのショットキーバリアダイオード(SBD)をグランドにシャントするシングルシャント型とした。ダイオード等の能動素子に交流信号を印加すると

高調波が発生する。この高調波の影響で基本波が歪み、出力電力の低下につながると仮定した。整流回路中に発生する高調波をシグナルアナライザで測定し、高調波を抑制するため、2次と3次の高調波を取り除くフィルタを整流回路にそれぞれ組み込み、周波数と直流出力電圧の特性を調べてその効果を検証した。整流回路にフィルタに加えて、また、入力側に整合用のオープンスタブを調整し、変換効率の測定した結果を図 2 に示す。なお、Sample 2 は前年度試作した整流回路であり、Sample 5 は今年度試作した回路である。

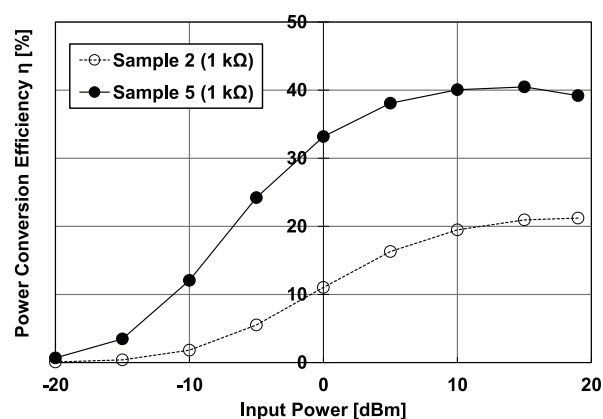


Fig. 2 Conversion efficiency of rectifier circuit Vs. input power

3. 結言

- (1)受電アンテナでは、MS アンテナのアレイ化を検討し、シミュレーション結果をもとに 4 素子アレイアンテナを試作評価した 11.4 dBi を得た。
- (2)整流回路では、ダイオードから発生する高調波の強度を確認し、高調波を減少させるフィルタを組み込み、整流回路を試作評価した結果、負荷抵抗 1 kΩ 接続、入力 10 dBm 時に変換効率 40 %を得た。
(詳細は、令和 6 年度 若い研究者を育てる会「研究論文集」PP.1-8 を参照)

参考文献

- 1) 篠原真毅: 無線電力伝送の技術, 電気学会論文誌 B (電力・エネルギー部門誌), **130** (2010) 145-148
- 2) 小型マイクロ波無線給電システムの開発. 令和 5 年度若い研究者を育てる会研究発表会論文集 (2024) 8-14