

小型マイクロ波無線給電システムの開発

製品・機能評価課 奈須野雅明、宮田直幸、室 慧悟*1、寺澤孝志

若い研究者を育てる会 コーセル株式会社 高嶋翔太 北陸電気工業株式会社 田開孝祐

1. 緒言

マイクロ波無線給電(MWPT: microwave wireless power transmission)はマイクロ波を用いて非接触で電力を供給する技術であり、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給電も可能である。本研究では、2.4 GHz 帯の電波により IoT デバイスへの給電を目的とし、2.45 GHz で受電するアンテナ、整流回路の検討を行い、マイクロ波を直流電力に整流変換するアンテナ(レクテナ: rectenna; rectifying antenna の略)を試作し、特性評価を行った。

2. 実験方法

2.1 受電アンテナ及び整流回路の試作

受電アンテナとして、プリント基板(日本ピラー製 NPC-H220)を用いてマイクロストリップアンテナ(MS アンテナ)を試作した。電磁界シミュレーションソフトを用いて、 S_{11} をシミュレーションし、プリント基板を CNC ルータで切削加工して S_{11} 、放射特性の評価を行った。

整流回路は、シングルシャント型の整流回路を試作した。整流回路のプリント基板には、低誘電率基板(利昌工業製 CS-3376C)を用いて試作した。

2.2 整流回路特性評価の測定系の自動化

整流回路の変換効率の評価には、信号発生器(KEYSIGHT 製 N5171B)、パワーメータ(Agilent 製 N1914A)、デジタルマルチメータ(ADVANTEST 製 R6581)等の機器を使用した。評価を効率的に行うため、測定系を構築し自動化した。Python を使用し、測定器制御と測定値取得を自動で行う測定プログラムを作成した。

2.3 レクテナの動作試験

試作した MS アンテナと整流回路を接続してレクテナを構成し、2.45 GHz のマイクロ波を MS アンテナに照射し、整流回路の出力直流電力の測定を行った。試験は電波暗室で行い、電磁波照射にはイミュニティ試験システム(テクノサイエンスジャパン製)を用いた。

3. 実験結果および考察

レクテナの出力電圧—電界強度特性を Fig. 1 に示す。電

界強度は電界センサ(Lumiloop 製 LS Probe1.2E)による実測値である。電界強度に比例して、出力電圧が向上しており、試作した MS アンテナと整流回路を組み合わせて動作することを確認した。出力電圧は、負荷の抵抗値の増加に伴い大きくなる。負荷抵抗 $1\text{ k}\Omega$ では電界強度 19.4 V/m 時に最大 1.3 V の電圧が得られた。IoT デバイスの駆動に必要な電力に合わせて、送電電力、伝送距離、アンテナの受電面積等の調整が必要となる。

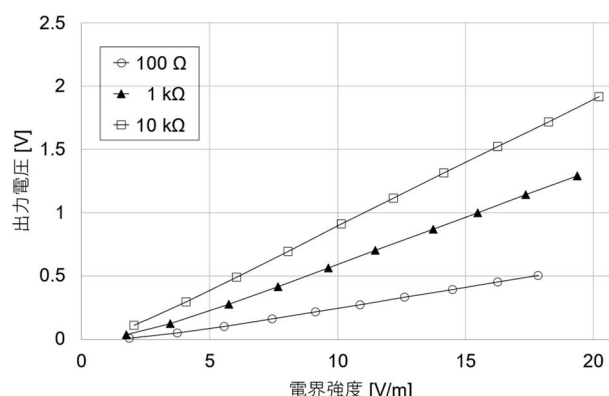


Fig. 1 DC output voltage characteristics of rectenna

4. 結言

- (1) 受電アンテナでは、シミュレーション結果を基に MS アンテナを試作評価した結果、利得値 5.5 dBi を得た。
 - (2) 整流回路では、シングルシャント型の整流回路を試作評価した結果、負荷抵抗 $1\text{ k}\Omega$ 接続、入力 19 dBm 時に変換効率 18% を得た。
 - (3) 整流回路の測定系及び自動測定プログラムでは、測定系を構築し、目標とした評価項目の自動測定が可能となった。
 - (4) レクテナでは、試作した MS 受電アンテナと整流回路を接続して動作確認した結果、負荷抵抗 $1\text{ k}\Omega$ 接続、電界強度 19.4 V/m 時に最大 1.3 V の電圧を得た。
- (詳細は、令和 5 年度 若い研究者を育てる会「研究論文集」PP.8-14 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), 2010, 130.2: 145-148.

*1 現 商工労働部